

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

**Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti**

**VLIV DLOUHODOBÉHO PROVOZU AKTIVNÍCH
ODSÁVACÍCH ZAŘÍZENÍ NA MINIMALIZACI
NEŘÍZENÝCH VÝSTUPŮ METANU
Z UZAVŘENÝCH DOLŮ**

**Influence of the Long-Term Operation of the Gas
Drainage Pumps on the Minimalization of the
Uncontrolled Methane Emissions from the Closed Mines**

Autor:

Libor Jalůvka

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Petr Urban, Ph.D.

Ostrava 2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (originál)

PROHLÁŠENÍ

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 30.4.2009

Libor Jalůvka

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

V předložené práci je zpracován přehled realizovaných opatření proti neřízeným výstupům důlních plynů na povrch, především racionální způsoby odvrtávání odplyňovacích vrtů. Stěžejní částí diplomové práce je popis a požadavky na aktivní odplyňovací systémy, tzn. na jejich situování, strojní a bezpečnostní vybavení, hodnocení jejich efektivity a možnosti využití hořlavé složky směsi důlních plynů, tj. metanu. V závěrečné části diplomové práce je uvedeno stručné srovnání řešení předmětné problematiky v ostravsko-karvinském revíru a v zahraničí a dále ekologické a ekonomické zhodnocení odsávání směsi důlních plynů z oblastí uzavřených uhelných hlubinných dolů.

Klíčová slova: důlní plyn, neřízený výstup metanu, odplyňovací vrt, odsávací zkouška, aktivní odplyňovací systém, kogenerační jednotka

ANNOTATION OF THESIS

In the thesis submitted the overview of the measures taken against the uncontrolled mine gas surface emissions has been compiled. The measures are focused on drilling of the surface gas drainage boreholes using the best practice. The key part of the thesis is the description and requirements on the active gas drainage system – its location, machinery, safety equipment, evaluation of its efficiency and the potential usage of the combustible part of the mine gas – i. e. methane. The final part of the thesis contains the brief comparison of the solutions used in Ostrava-Karviná Coal District with those applied abroad. The environmental impacts and economic assessment of the active mine gas drainage from the areas of the closed coal mines are evaluated as well.

Keywords: mine gas, uncontrolled methane surface emission, safety measures, gas drainage borehole, suction testing of boreholes, active gas drainage system, cogeneration unit

Obsah:

1	ÚVOD.....	1
2	PŘEHLED REALIZOVANÝCH OPATŘENÍ PROTI NEŘÍZENÝM VÝSTUPŮM METANU Z PODZEMÍ	2
2.1	FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ UVOLŇOVÁNÍ DŮLNÍCH PLYNŮ A JEJICH VÝSTUP NA POVRCH	4
3	PASIVNÍ SYSTÉM OCHRANY	6
3.1	GEOLOGICKÁ ČÁST PROJEKTU ODPLYŇOVACÍHO VRTU	7
3.2	TECHNICKÁ ČÁST PROJEKTU ODPLYŇOVACÍHO VRTU	8
3.3	REALIZACE ODPLYŇOVACÍHO VRTU	9
3.4	OVĚŘENÍ DOSAŽENÝCH PROJEKČNÍCH ZÁMĚRŮ ODPLYŇOVACÍCH VRTŮ	10
4	AKTIVNÍ ODPLYŇOVACÍ SYSTÉM OCHRANY - POPIS A POŽADAVKY NA AOS	12
4.1	AOS V ORLOVÉ.....	13
4.1.1	Geologicko-tektonická stavba masivu a stručný popis odsávání.....	13
4.1.2	Bezpečnostní opatření ve staré části města Orlová po zjištění výstupů důlních plynů na povrch.....	14
4.1.3	Realizace odplyňovacích vrtů a ověření jejich efektivity	15
4.1.4	Odsávací zkoušky na propojených OV	16
4.2	POŽADAVKY NA STROJNÍ A BEZPEČNOSTNÍ VYBAVENÍ ODSÁVACÍCH STANIC.....	18
4.2.1	Strojní část.....	19
4.2.2	Bezpečnostní prvky a systémy	20
4.3	HODNOCENÍ EFEKTIVITY AKTIVNÍCH ODPLYŇOVACÍCH SYSTÉMŮ VE STARÉ ČÁSTI MĚSTA ORLOVÁ	22
4.3.1	Srovnání výsledků základního plošného metanscreeningu s následnými kontrolními metanscreeningy po odvrtání OV a výstavbě a provozu AOS.....	22
4.3.2	Přerušení provozu AOS 1 k ověření nezbytnosti jeho nepřetržitého chodu i v období příznivého vývoje barometrického tlaku	24
4.3.3	Průběžné sledování, hodnocení a regulace současného stavu snímaných parametrů odplyňovacího komplexu z plynového dispečinku	25
4.3.4	Průběžné sledování a vyhodnocování změn tlaku resp. koncentrace CH ₄ ve vybraných monitorovacích vrtech	29
4.3.5	Pravidelná týdenní manuální kontrolní měření koncentrací CH ₄ , CO ₂ , O ₂ a tlaku v odplyňovacích vrtech	30
4.4	MOŽNOSTI VYUŽITÍ ODSÁTÉ SMĚSI DŮLNÍCH PLYNŮ	31
5	ZAHRANIČNÍ ZKUŠENOSTI	34

6	EKOLOGICKÉ A EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ AKTIVNÍHO ODSÁVÁNÍ DŮLNÍCH PLYNŮ Z OBLASTÍ UZAVŘENÝCH HLUBINNÝCH DOLŮ	36
6.1	EKOLOGICKÉ DŮSLEDKY VÝSTUPŮ DŮLNÍCH PLYNŮ NA POVRCH.....	36
6.1.1	Dopad neřízených výstupů důlních plynů na občanskou a průmyslovou zástavbu.....	36
6.1.2	Vliv emisí důlních plynů na pedosféru	37
6.1.3	Vliv průniku důlních plynů do atmosféry	37
6.2	STRUČNÉ EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ AKTIVNÍHO ODSÁVÁNÍ SMĚSI DŮLNÍCH PLYNŮ VE MĚSTĚ ORLOVÁ.....	38
7	ZÁVĚR	41

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

SEZNAM OBRÁZKŮ

SEZNAM TABULEK

SEZNAM PŘÍLOH

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Δp	tlak ve vrtu (Pa)
Q	množství (objem) odsávané plynové směsi ($m^3.hod^{-1}$)

AOS	aktivní odsávací systém
ČBÚ	Český báňský úřad
DOZ	dlouhodobá odsávací zkouška
KDP	karvinská dílčí pánev
KGJ	kogenerační jednotka
MOV	mělký odplyňovací vrt
MS	metanscreening
MV	monitorovací vrt
ODP	ostravská dílčí pánev
OKR	ostravsko-karvinský revír
OS	odsávací stanice
OV	odplyňovací vrt
OZ	odsávací zkouška
PDP	petřvaldská dílčí pánev
SDD	staré důlní dílo
ZOS	zásahová odsávací stanice

1 Úvod

V ostravsko-karvinském revíru je uhlí dobýváno déle než 200 let. Počátky exploatace byly vázány na výchozy slojí v místech, kde se ostravsko-karvinský karbonský hřbet vynořoval blízko pod povrch nebo v karbonských oknech vycházel až na povrch. Z historie hornictví v OKR je pro výstupy plynu podstatné období, kdy přímo z kutacích děl vznikaly na základě výsledků průzkumu doly štolové a hlubinné. Tato stará důlní díla byla většinou vybudována v 1. polovině 19. století a převážně také v průběhu tohoto století likvidována nebo pouze jen opuštěna. Tím se stala potenciálním zdrojem rizik zejména nekontrolovatelným výstupem důlního ovzduší, především metanu, na povrch a možnou ztrátou stability povrchu v jejich bezprostředním okolí.

Nebezpečí neřízených výstupů důlních plynů na povrch OKR začalo být aktuální až po vyhlášení útlumu a následném postupném uzavírání neefektivních dolů. Do té doby bylo podzemí efektivně ovětráváno hlavními důlními ventilátory, čímž byly důlní plyny řízeně odváděny do atmosféry. Na dolech se zavedenou degazací bylo možno negativní důsledek útlumu, tj. výstupy důlních plynů, částečně omezit odsáváním metanovzdušné směsi důlních plynů ze stařin přes uzavírací hráze do degazačního systému.

V rámci řešení neřízených výstupů důlních plynů byla navržena a postupně realizována celá řada protiplynových opatření jako součást základního odplyňovacího systému pro komplexní ochranu povrchu proti neřízeným výstupům důlních plynů z uzavřených dolů, který tvoří zejména pasivní a aktivní systém ochrany. Cílem pasivního systému je vytvoření sítě umělých komunikací pro odvádění důlních plynů z podzemí a snižování přetlaků plynů v podzemí uzavřených nebo likvidovaných dolů zejména v období poklesu barometrického tlaku nebo jeho dlouhodobé nízké úrovně. Účelem aktivního odsávacího systému je odsávání a následné využití důlního plynu z lokalit s ukončenou hornickou činností a oblastí s neřízenými výstupy těchto plynů na povrch, čímž lze snížit nejen možné riziko vzniku mimořádných událostí, tj. zaplynování objektů, požár či výbuch, ale i minimalizovat působení důlních plynů unikajících do atmosféry na skleníkový efekt a dále i šetřit energetické zdroje a vyrábět el. energii a teplo.

Při rozhodování o způsobu využití důlních plynů je nezbytné přihlížet ke třem aspektům, tj. bezpečnostnímu, ekologickému i ekonomickému s tím, že prioritou je vždy zajištění bezpečnosti. S ohledem na téma diplomové práce bude v dalším textu pozornost přikládána převážně bezpečnostnímu hledisku.

Zkušenosti z dosavadního řešení nekontrolovatelných výstupů plynu z uzavřených dolů v OKR ukázaly, že jedinou efektivní cestou je budování autonomních odplyňovacích systémů pro menší lokality. V žádném případě se nepodaří vytvořit jediný systém pro celou dílčí pánev. Důvodem je složitá geologicko tektonická stavba karbonského pohoří, značně proměnlivá mocnost pokryvného útvaru a velký počet SDD ústících na povrch.

2 Přehled realizovaných opatření proti neřízeným výstupům metanu z podzemí

Po vyhlášení útlumu těžby počátkem devadesátých let minulého století následovala postupná likvidace dolů v ODP a PDP i v okrajových partiích KDP v souladu s útlumovým programem OKR. Útlum měl rychlý průběh a hlavní důraz z titulu bezpečnosti povrchu byl kladen na zajištění stability opuštěných a likvidovaných svislých hlavních důlních děl. Bylo také rozhodnuto zatopit přirozeně, existujícími přítoky vody, hlubší partie likvidovaných dolů v ODP i PDP do výškových úrovní, zabráňujících bezpečně přetoku vody do podzemí zatím činných dolů v KDP. Předpokládalo se, že masa vody ve stařinách podstatně omezí výstup plynů do volných prostor.

Ve stařinách vydobytých slojí se nakumuloval metan, který po ukončení hornické činnosti vystupoval nekontrolovaně buď do utlumovaných jam nebo po druhotných puklinách přímo přes pokryv na povrch terénu do půdního ovzduší. Výstupy důlních plynů se objevovaly na nečekaných a nežádoucích místech a vedly až k přímému ohrožení obyvatel. K rizikovým nekontrolovatelným výstupům metanu na povrch docházelo především přes opuštěná a stará důlní díla.

Systematické řešení minimalizace neřízených plošných výstupů důlních plynů bylo započato až v roce 1994, a to zpracováním realizační studie „Opatření k eliminaci výstupů důlních plynů na povrch v regionu ODP“ na OKD, DPB, a.s. v Paskově. Tato studie vycházela ze známých sledovaných hodnot plynodajnosti ODP v době těžby, dále z předpokladu, že uvolňování CH_4 bude v omezené míře pokračovat i po uzavření dolů a hodnota tzv. zbytkové plynodajnosti, nesouvisející již s aktivní hornickou činností dlouhodobě dosáhne hodnoty cca 15 % plynodajnosti dolů před zahájením jejich útlumu. Ve studii byl také navržen základní odplyňovací systém, komponovaný z pasivní a aktivní složky. Pasivní složka systému měla být vytvořena odplyňovacími vrty, aktivní složka pak odsávacími stanicemi provozovanými na doposud nezlikvidovaných jamách při jejich transformaci na jámy odsávací, s akumulacním prostorem pro důlní plyny pod plynotěsnou zátkou situovanou obvykle v úrovni nejvyššího patra a s tzv. cíleným odsáváním prostoru za uzavíracími hrázemi. Jako odsávací stanice měly být využity stávající degazační stanice nebo v případě potřeby vybudovány stanice nové. Předpokladem zamezení výstupu CH_4 na povrch byl jejich nepřetržitý provoz a vytvoření podtlaku v podzemí.

Od roku 1995 bylo realizováno vrtání odplyňovacích vrtů za účelem minimalizace rizika nekontrolovatelných výstupů CH_4 . První SDD byla zajišťována již v létech 1996-1998, kdy bylo definitivně zajištěno 55 hlavních důlních děl, z toho 21 SDD. V následujících letech byla pomocí odplyňovacích vrtů řešena ochrana povrchu před nekontrolovatelnými výstupy důlních plynů na k.ú. Slezské Ostravy a to v oblastech Františkov, bývalého Jakloveckého dolu, kde v rámci řešení havarijní situace bylo odvrtáno dalších 38 odplyňovacích vrtů. Obdobným způsobem byla řešena mimořádná

událost v oblasti bývalého Hrušovského dolu, bývalého Dolu a koksovny Karolina, v Petřvaldské dílčí pánvi, v historickém centru města Orlová, atd.

Stručný přehled zásadních opatření pro bezpečné omezení neřízených výstupů důlních plynů realizovaných v období od roku 1995 dosud:

- vyhledání veškeré dostupné geologické a důlně měřické dokumentace související s řešeným územím, její prostudování, vyhodnocení a zpracování do digitální formy,
- zabezpečení systematického řešení problematiky neřízených výstupů důlních plynů s využitím všech dostupných informací zejména ze států EU s vyspělým hornictvím,
- zpracování mapy kategorizace území OKR z pohledu potenciálního ohrožení územních celků neřízenými výstupy důlních plynů – viz příklad v příloze č.1,
- vyhledávání a likvidace starých důlní děl,
- zpracování katalogů SDD, které jsou významným podkladem pro zpracování projektů jejich bezpečné likvidace,
- měření koncentrací CH_4 a CO_2 v půdním vzduchu aplikací přímé metody atmogeochemie, tzv. metanscreening a vyhodnocování tohoto měření - viz příklad v přílohách č.2 až 8,
- zpracování geologicko-ložiskové analýzy,
- odvrtání odplyňovacích a monitorovacích vrtů (OV, MV) → vytváření pasivních odplyňovacích systémů,
- ověřování dosažení projekčních záměrů odvrtaných vrtů pomocí odsávacích zkoušek jednotlivých i propojených skupin vrtů,
- pravidelné systematické monitorování likvidovaných SDD a odplyňovacích vrtů,
- pasportizace a proměřování kanalizačních sítí na výskyt CH_4 včetně likvidace nepotřebných větví,
- pasportizace a proměřování suterénů ohrožených stavebních objektů → instalace snímačů CH_4 s přenosem dat na plynový dispečink,
- měření intenzity výstupů důlních plynů,
- zřízení nepřetržité havarijní pohotovostní služby,
- zpracování havarijních zásahových plánů → spolupráce s Integrovaným záchranným systémem,
- výroba mobilních odsávacích stanic + odvětrávací zařízení na kanálové vpusti,
- vybudování a provozování aktivních odplyňovacích systémů,
- zpracování návrhů na energetické, případně i jiné využití metanu získaného řízeným odsáváním.

2.1 Faktory ovlivňující uvolňování důlních plynů a jejich výstup na povrch

Celý komplex podmínek, které mají zásadní vliv na plynodajnost a na uvolňování důlních plynů a jejich výstup na povrch, lze rozdělit na přírodní a technicko – provozní faktory [1]. Ve druhé skupině jsou zahrnuty faktory související bezprostředně s hornickou činností a jejím technickým, případně i organizačním řešením.

Mezi přírodní faktory lze zařadit především:

- stupeň prouhelnění uhelné sloje,
- mocnost uhelné sloje,
- hloubku uložení uhelné sloje,
- úklon uhelné sloje,
- pórovitost uhelné sloje,
- plynopropustnost neporušené horninové vrstvy,
- druh a četnost tektonických pásem,
- pevnost uhelné hmoty dobývané sloje,
- tlak plynů ve slojích,
- barometrický tlak,
- teplotní diferenci mezi důlními plyny a atmosférou,
- přírodní komunikace plynů k povrchu,
- hydrologické a hydrogeologické aspekty.

Faktory související s hornickou činností

Ověřeným a nesporným faktem je, že proces migrace slojových plynů, tzn. i metanu, je zákonitým a přirozeným procesem, a že ukončením dobývání tento proces nekončí. Migrace je umožněna a zvýrazněna deformací a rozrušením jak vlastního karbonského masívu porušeného těžbou v rozsahu poklesové kotliny, tj. uvolňováním metanu především z nevytěžených částí slojí – pilířů a hlavně málo mocných nedobývaných slojí v hornicky ovlivněném masívu, příp. i z hornin, tak i rozrušením masívu vlastního pokryvu a existencí v minulosti nezlikvidovaných důlních děl.

Na intenzitu migrace důlních plynů k povrchu má vliv i způsob otevření a přípravy ložiska k těžbě, dobývací metody a použité technologické prostředky, ponechané ochranné a bezpečnostní pilíře, zakládání vydobytých prostor, druh použité zakládky, stupeň konsolidace závalu apod.

Produktivní karbonský masiv je obecně hodnocen jako heterogenní a to nejen v důsledku vlastností sedimentárních vrstev hornin, ale i vlivem jeho značného tlakového

namáhání a přetvoření v průběhu četných horotvorných procesů v dávné geologické minulosti.

Druhotné významné narušení a rozvolnění karbonského i pokryvného souvrství bylo způsobené hornickou činností. V těchto oblastech jsou rizika související s neřízenými výstupy důlních plynů na povrch několikanásobně vyšší, neboť vlivy prvotního a druhotného, hornickou činností způsobeného narušení karbonského pohoří, se v nich integrují. Takto narušený horninový masiv je plynopropustnější a umožňuje i snadnější migraci plynů k povrchu.

Hornickou činností byla narušena existující tlaková rovnováha horského masivu. Tento zásah vyvolal změny ovlivňující nárůst diskontinuity masivu vedoucí k obnově tlakové rovnováhy projevující se zavalováním vydobytych prostor a dlouhých důlních děl a poklesy povrchu. V důsledku pohybu hornin dochází k uvolňování především metanu z drcené uhelné substance a z narušených kolektorských vrstev jak v nadloží, tak i v podloží uhelných slojí a vytváření horizontálních i vertikálních komunikací pro důlní plyny. Hornickou činností se metan nevytváří, avšak jejím prostřednictvím dochází k urychlení a zintenzivnění jeho uvolňování a usnadnění migrace k povrchu.

Útlum těžby a následné uzavírání uhelných dolů, které byly provázeny postupným omezováním řízeného odvádění důlních plynů pomocí větrání a degazace, způsobil pozvolnou kumulaci dále se uvolňujících složek směsi důlních plynů, jejich migraci k povrchu a nekontrolované výstupy na povrch.

Umělá propojení karbonského souvrství s povrchem, která bezprostředně souvisí s hornickou činností, vytvářejí vedle přírodních další umělé komunikace pro možný výstup důlních plynů na povrch. Jsou to především hlavní důlní díla ústící na povrch, např. kutací víceúčelové jámy, jámy větrní, těžní a vodní, včetně štol, která jsou zdrojem tzv. „bodových“ výstupů důlních plynů a v případě dobývek i jejich plošných výstupů. Plošné výstupy důlních plynů jsou důsledkem dobývacích prací, zejména v oblastech s tzv. mělkým podpovrchovým dobýváním, propojeným s níže situovanými stařinami vydobytych slojí prostřednictvím komunikací vytvořených následnými poklesy nadložních souvrství.

Potenciální riziko samovolných (neřízených) výstupů směsi metanu s průvodními plyny reálně existuje na povrchu celého uhelného ložiska. V současné době však již existují ověřené postupy, metody i prostředky jak tato nebezpečí blíže identifikovat a omezit na přijatelnou míru.

3 Pasivní systém ochrany

Součástí základního odplyňovacího systému pro komplexní ochranu povrchu proti nekontrolovatelným výstupům důlních plynů z uzavřených dolů v oblasti likvidovaných jam je i pasivní systém ochrany. Základním cílem pasivního systému je vytvoření sítě umělých komunikací pro odvádění důlních plynů z podzemí, zejména ve fázích odstavení hlavních ventilátorů, zrušení degazační stanice a dlouholetého exploatace slojí. Účelem pasivní ochrany je snižování přetlaků plynů v podzemí uzavřených nebo likvidovaných dolů zejména v období poklesu barometrického tlaku nebo jeho dlouhodobé nízké úrovni.

Pasivní systém ochrany tvoří obecně místa s možnými výstupy důlních plynů na povrch, a to zlikvidovaná hlavní důlní díla, vyhledaná a zajištěná stará důlní díla, odplyňovací a monitorovací vrty.

Vysoce funkčním prvkem pasivního systému ochrany jsou technicky správně zlikvidovaná hlavní důlní díla. Také činná hlavní důlní díla se po jejich likvidaci stanou rovněž součástí pasivní složky komplexní ochrany povrchu a to minimálně do doby případného napojení těchto míst na aktivní odsávací systém. Další prvek pasivního systému ochrany povrchu před nekontrolovatelnými výstupy důlních plynů tvoří síť vyhledaných a zajištěných starých důlních děl. Tato stará důlní díla byla na základě smluv s Ministerstvem životního prostředí České republiky postupně vyhledávána a zajištěna plynově, popř. některá z nich i staticky. Plynové zajištění spočívalo v odvrtání OV do průzkumem ověřených jámových stvolů. Všechny tyto vrty byly na ústí vybaveny odfukovými komínky s odbočkou pro případné odsávání plynu, uzavíracím šoupátkem a odvětrávacím komínkem s úpravou pro odebrání kontrolních vzorků a manuální monitorování. Vyhledání, zajištění nebo likvidace SDD bylo realizováno v souladu s § 35 Zákona č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon), v platném znění [2], Zákonem České národní rady č. 61/1988 Sb., v platném znění [3] a Vyhláškou ČBÚ č. 52/1997 Sb., v platném znění [4].

Dalším základním prvkem pasivního systému ochrany povrchu před neřízenými výstupy důlních plynů je vhodně situovaný a technicky správně odvrtaný odplyňovací vrt. Jejich situování vychází z báňsko – technických a geologických charakteristik zájmového území jako např. mocnost pokryvných útvarů, reliéf karbonu, úložní poměry a strukturně tektonická stavba, hornická činnost, stupeň exploatace, apod. Počet vrtů, délka a jejich souřadnice jsou dopřesňovány na základě výsledků monitorování. Aby byla zajištěna potřebná průchodnost pro plyny na kontaktu mezi vrtem a stařinou, jsou všechny odplyňovací vrty odvrtány se vzduchovým výplachem. Plynopropustnost odplyňovacích vrtů je ověřit krátkodobou odsávací zkouškou. Vrty budou vystrojeny tak, aby nejmenší průměr těžební kolony zapaženého vrtu byl 108 mm s co nejdelším perforovaným úsekem. Všechny tyto vrty budou v nadzemní části vybaveny stejně jako vrty do SDD. Tyto OV musí splňovat tři úkoly - odplyňování, průzkum a monitorování. Odplyňovací vrty budou

po celou dobu otevřeny a budou působit jako umělý drén pro snížení přetlaku plynů v podzemí. Na vrtech bude prováděno manuální monitorování, tj. pravidelné měření koncentrace metanu a tlaku plynu mimo vrtů. Na základě monitorování vytipované plynopropustné OV s dostatečnou produkcí metanu budou postupně napojovány na zdroj podtlaku a stanou se součástí aktivního systému ochrany povrchu – viz kapitola 4.

Úspěšné odvrtání efektivních odplyňovacích i monitorovacích vrtů při minimálním vynaložení potřebných finančních prostředků vyžaduje důkladnou předprojektovou přípravu, odborné zpracování projektů realizace odplyňovacích vrtů, vyhovující technické podmínky a vybavení pro odvrtání a vystrojení vrtů, včetně kvalitních výkonných zdrojů podtlaku. Mezi podstatné faktory umožňující objektivně vyprojektovat a tím i zajistit očekávanou plynodajnost vrtů, se řadí především podrobné a důsledné zpracování všech dostupných měřicko-geologických podkladů, vyhodnocení monitoringu SDD a již odvrtaných OV včetně vyhodnocení metanscreeningu a jiných dostupných podkladů. Projektování odplyňovacích vrtů se provádí na základě přílohy č.1 Vyhlášky Českého báňského úřadu č.239/1998 Sb., v platném znění, ze dne 30. září 1998 [5]. Tato příloha sestává ze dvou základních částí, a to geologické a technické.

3.1 Geologická část projektu odplyňovacího vrtu

Geologická část projektu odplyňovacího vrtu vychází z geologické a ložiskové analýzy a stanovuje prostředky a opatření k dosažení maximální efektivity vrtu v daných geologických podmínkách.

Geologická část projektu vrtu vždy určuje:

- a) účel a lokalizaci vrtu včetně situačního plánu s určením účelu vrtu, projektované hloubky a směru a úklonu vrtu,
- b) předpokládaný geologický profil, včetně předpokládané hloubky horizontů a kolektorských obzorů, velikosti tlaků apod. s určením hloubkových intervalů s předpokládaným výskytem vody pod tlakem, ropy nebo hořlavých nebo škodlivých plynů,
- c) hloubky předpokládaných obtíží při vrtání, jako například svírání a příchvaty nářadí a ztráty výplachu a cirkulace,
- d) hloubkové intervaly odběrů vzorků hornin,
- e) karotážní měření,
- f) izolaci vrstev,
- g) požadavky na čerpací pokusy,
- h) způsoby otevření zjištěných obzorů (perforace).

3.2 Technická část projektu odplynovacího vrtu

Technická část projektu odplynovacího vrtu stanovuje již konkrétní detailní údaje k použité technologii, strojnímu zařízení, pažení vrtu, postupu a bezpečnosti prací aj.

Technická část projektu vrtu vždy určuje:

- a) typ vrtné soupravy s uvedením parametrů jejích hlavních částí,
- b) hloubku, úklon a směr vrtu, popřípadě dílčích částí vrtu,
- c) konstrukci vrtu a její odůvodnění s určením rozměrových, konstrukčních a váhových parametrů a bezpečnostních koeficientů řídicí, úvodní, technické a těžební kolony,
- d) zařízení na ústí vrtu včetně typů protierupčních zařízení pro jednotlivé kolony, ovládací stanice, tlakových rozvodů, trysek apod., druh, lhůty a způsob jejich zkoušek na tlak a uzavření a umístění tlakové stanice s ovládacími ventily,
- e) požadavky na hermetičnost kolon a zkoušky hermetičnosti kolon s uvedením zkušebních metod, tlaků a dovolených poklesů tlaků a lhůt zkoušek,
- f) sestavu vrtné kolony s uvedením dovolených namáhání a dotahových kroutících momentů,
- g) postup prací při hloubení vrtu, orientační parametry režimu vrtání s uvedením druhu a průměru dlát, přítlaku na dláto a otáček rotačního stolu,
- h) požadavky a způsob odběru vzorků hornin,
- i) druh, parametry a množství výplachu podle hloubkových intervalů vrtání, množství látek pro přípravu a úpravu výplachu včetně jejich minimální zásoby, cirkulační objem výplachu podle množství vyvrtané horniny, zásobu výplachu včetně havarijní zásoby, způsob a intervaly kontrol parametrů a množství výplachu, přístroje na měření parametrů výplachu a jejich umístění a interval doplňování výplachu při tažení náradí,
- j) požadavky na přípravu k pažení a cementaci,
- k) konstrukci pažnicové kolony a způsob pažení, způsob a podmínky kontrol a zkoušek izolační schopnosti a hermetičnosti,
- l) rozsah a lhůty inklinometrických a jiných měření ke zjištění prostorového průběhu vrtu,
- m) opatření pro předcházení tlakovým projevům a erupcím, postup při zjištění přítoku ložiskového média do vrtu a při náhlé ztrátě výplachu, koncentrace hořlavých plynů vydělovaných z výplachu, jejichž překročení musí být automaticky signalizováno, druh a počet dalších kontrolních a měřicích přístrojů s ohledem na předpokládané vlastnosti provrtávaných hornin a rizikovost práce, způsob případného vypouštění nebo spalování ropy nebo plynu, popřípadě jiná opatření k zajištění bezpečnosti práce a provozu,
- n) opatření k zabezpečení požadavků na ochranu životního prostředí,

- o) způsob provedení čerpacích pokusů (testery),
- p) opatření, která vyžadují vrtné práce a podmínky pracoviště, včetně opatření na ochranu veřejných zájmů, chráněná území a ochranná pásma.

3.3 Realizace odplyňovacího vrtu

Navazuje bezprostředně na projekční etapu (po ohlášení „činnosti prováděné hornickým způsobem“ na příslušný obvodní báňský úřad) a zahrnuje:

1. lokalizaci vrtu – vytyčení v terénu,
2. realizaci vrtu,
3. instalaci nadzemní části.

Ad 1.) Účelem realizace OV v oblastech s nebezpečím výstupů důlních plynů je prioritně zastížení zdrojů důlních plynů (zpravidla stařin v minulosti vydobytých uhelných slojí a to jejich vrcholových partií – nejvyšší výdušná patra předmětných oblastí). Lokalizace ústí vrtu v terénu je prováděna na základě měřického vytyčení důlní situace cílových stařin na povrchu. Při vytyčování je nutno brát v úvahu tendence stvolu vrtu ke křivení (zejména v oblastech se strmým uložením vrstev) a toto zohlednit při konečné lokalizaci ústí vrtu na povrchu – zpravidla je vrt směřován na bok horizontálního důlního díla přilehlý stařině porubu.

Ad 2.) Vrty jsou ve většině případů realizovány jako svislé. Provrtávání kompaktního karbonu je realizováno rotačně příklepnou technologií. V průběhu vrtání je v celém úseku jádrování odebráno vrtné jádro, dále pak vrtná drť v intervalech 1 m a při každé změně litologie. Vzorky jsou na místě vyhodnoceny geologem. Úrovně hladiny podzemní vody resp. přítoky vody do vrtu jsou zaznamenávány do vrtného deníku. Bezprostředně po odvrtání vrtu jsou provedena karotážní a inklinometrická měření ve stvolu vrtu. Vrty jsou zpravidla paženy úvodní pažnicovou kolonou, v celé délce cementovanou (cementace patou). Pata pažnic je kotvena v kompaktních horninách (karbon). Těžební pažnicová kolona je tvořena ocelovými pažnicemi perforovanými v úseku proti karbonským horninám resp. stařinám vydobytých slojí. Predispozice vrtu k plnění projektovaného účelu, řízené odvádění důlních plynů, je následně ověřena pomocí odsávací zkoušky.

Ad 3.) Ústí odplyňovacího vrtu (viz příloha č.9) je vybaveno komínkem tak, aby horní hrana potrubí pro výstup plynů byla ve výšce min. 3,0 m nad terénem. Odfukový komínek je instalován na ústí úvodní pažnicové kolony. Odfukový komínek je vybaven odbočkou pro případné odsávání plynu, uzavíracím šoupátkem a odvětrávacím komínkem s úpravou pro odebrání kontrolních vzorků. Po odvrtání odplyňovacího vrtu a jeho vybavení odfukovým komínkem je provedeno oplocení. Uvnitř oplocení je na odfukovém komínku připevněna informační deska s údaji o vrtu. Oplocený prostor je opatřen výstražnými tabulkami.

3.4 Ověření dosažených projekčních záměrů odplyňovacích vrtů

Odsávací nebo také čerpací zkoušky na odplyňovacích vrtech jsou nejprůkaznějším praktickým ověřením projekčních záměrů, tj. především odsávaného objemu směsi důlních plynů, koncentrací jednotlivých komponent této směsi, existence předpokládaných komunikací a dále účinnosti a dosahu realizovaných vrtů. Jednotný způsob provedení a vyhodnocení efektivity plošného dosahu odsávacích zkoušek na odplyňovacích vrtech v různých důlně-geologických podmínkách poskytne objektivní a srovnatelné podklady pro rozhodovací proces volby, realizace, resp. i kombinace nejvhodnějších opatření k odstranění rizik plynoucích z nebezpečí neřízených výstupů důlních plynů na povrch a zároveň i vhodnosti využití OV pro komerční účely, tzn. pro provoz kogeneračních jednotek nebo jejich odvedení do plynovodu pro degazovaný plyn z doposud provozovaných dolů.

Odsávací zkouškou se rozumí napojení odvrtného odplyňovacího vrtu, respektive skupiny propojených OV, na umělý zdroj podtlaku. Po dobu konání odsávací zkoušky, tj. provozu mobilního zdroje podtlaku, se v souladu se zpracovaným programem OZ provádí monitoring všech dostupných informací a to jak na zdroji podtlaku, tak i na určených kontrolních místech v terénu, tj. na SDD, OV, v půdních sondách, v kanalizačních vpustích, resp. i v kolektorech teplovodů, silnoproudých i sdělovacích kabelů apod., případně i v budovách v předpokládaném vlivu zdroje podtlaku, na předmětném odplyňovacím vrtu nebo i skupině propojených odplyňovacích vrtů. Součástí monitoringu je i sledování a registrace vývoje barometrického tlaku. V současné době je již zcela evidentně prokázáno, že z celé řady přírodních i hornickou činností vyvolaných aspektů, ovlivňujících migraci důlních plynů na povrch, je vedle důlně-geologických podmínek nejpodstatnější absolutní hodnota barometrického tlaku, jeho průběh a vývoj v čase, tj. jeho dynamické změny.

Z důvodu jednotného způsobu a postupu provádění OZ a vyhodnocování jejich efektivity je zpracován metodický postup [6], který mimo jiné stanovuje vhodná technická zařízení a metody k provádění odsávacích zkoušek a určuje bezpečnostní podmínky a délku trvání OZ.

Před započítáním a po ukončení OZ musí být ověřeno:

- případné zatopení vrtu vodou a úroveň hladiny vody ve vrtu,
- koncentrace CH_4 , CO_2 a O_2 na ústí OV,
- hodnota tlaku na ústí testovaného OV i na všech OV u nichž se předpokládá ovlivnění OZ, a to pro umožnění posouzení míry ovlivnění těchto OV v průběhu OZ.

Z časového hlediska, tj. délky trvání, je možno OZ rozdělit na:

- krátkodobé (řádově hodiny) - jejím prostřednictvím se zjišťuje jen plynopropustnost předmětného odplyňovacího vrtu a složení odsávané plynové směsi, tj. především navrtání projektované stařiny a kvalita provedení realizovaného odplyňovacího vrtu,
- dlouhodobé (5 a více dní) - pro získání dalších přesnějších a objektivnějších informací pro následná rozhodnutí o možném využití odplyňovacího vrtu.

Při odsávací zkoušce je nezbytné monitorovat následující parametry:

- v odsávací stanici (objemový průtok, tlak na sání, koncentrace složek směsi důlních plynů CH_4 , CO_2 a O_2 a další provozní parametry),
- na kontrolních měřících místech je nutno monitorovat tlak ve vrtu a v případě, že jsou v přetlaku, pak i koncentraci složek směsi důlních plynů (CH_4 , CO_2 a O_2),
- průběh barometrického tlaku v době konání odsávací zkoušky.

Vyhodnocení odsávací zkoušky na OV se zpracovává především s cílem:

- ověření plynopropustnosti vrtu a jeho akčního dosahu,
- prokázat plynové komunikace mezi odsávaným OV a ostatními kontrolními měřícími místy,
- ověření kvalitativního a kvantitativního složení směsi důlních plynů,
- ověřit stabilizovaný odsávaný objem směsi důlních plynů, při němž jsou udržovány hodnoty stabilní maximální koncentrace CH_4 a minimální koncentrace O_2 , tzn. ověřit jeho optimální plynodajnost a způsobilost ke komerčnímu využití,
- ověřit maximálně možný odsávaný objem směsi důlních plynů, tj. plynopropustnost vrtu a jím ovlivněných stařin a hornin, v závislosti na technických parametrech zdroje podtlaku.

Příklad grafického záznamu hodnot měřených v zásahové odsávací stanici při odsávací zkoušce je uveden v příloze č.11. Jako zdroj podtlaku se používá mobilní zásahová odsávací stanice vybavená rotačním pístovým kompresorem. Potřebná regulace výkonu kompresoru, tj. objemového průtoku plynové směsi a tlaku na sací a výtlačné straně, se provádí změnou objemového průtoku v potrubním ochozu a prostřednictvím frekvenčního měniče. Provoz ZOS je nepřetržitý v souladu se schválenými pokyny.

4 Aktivní odplyňovací systém ochrany - popis a požadavky na AOS

Pokud se prokáže, že odplyňovací vrty odvrtné na rizikovém území a provozované jen v pasivním režimu, tzn. jen ve vlivu změn barometrického tlaku, nemohou dostatečně účinně zamezit výstupům metanu, tzn. není minimalizován vznik nebezpečných nebo i havarijních stavů, je nutné pro zajištění bezpečnosti povrchové zástavby zvážit způsob řešení této závažné situace. Kromě krajního způsobu, tj. vysídlení ohrožené oblasti a zřízení stavební uzávěry, je přijatelnějším řešením výstavba aktivního odplyňovacího systému s možností využití již odvrtných odplyňovacích vrtů.

Aktivní odplyňovací systémy dlouhodobě zajišťují řízené odvádění důlních plynů z podzemí a omezují jejich nekontrolovatelné výstupy na povrch na bezpečnou míru a stabilizují tento stav i při poklesech barometrického tlaku. Tyto aktivní odplyňovací, resp. odsávací systémy jsou v současné době v podmínkách OKR využívány v různých podobách, s využitím zařízení s různou úrovní technického vybavení.

Nedílnou součástí AOS jsou uzavřené monitorovací vrty vybavené automatickým monitorovacím zařízením statického tlaku na MV, situované na okraji chráněného zájmového území (viz příloha č.10), které slouží pro sledování okamžité plynové situace na zájmovém chráněném území a pro predikci možnosti vzniku mimořádné události.

Základními prvky každého odplyňovacího systému, jak již bylo uvedeno, jsou odplyňovací vrty, jejichž odvrtní předchází podrobné rozboru geologické stavby a důlně technické situace pod chráněným územím z veškerých dostupných měřičsko-geologických podkladů a jiných zachovalých archivních materiálů.

Velmi významným a nezastupitelným podkladem k základní orientaci o plochách území s výstupy důlních plynů na povrch je metanscreening, tj. monitorování koncentrací jednotlivých komponentů směsi důlních plynů v půdním vzduchu. Aby informace o stupni ohrožení povrchové zástavby všeho druhu byla úplná je žádoucí v některých případech doplnit poznatky z vyhodnocení metanscreeningu měřením dynamiky výstupu důlních plynů v závislosti na vývojových trendech a intenzitě změn barometrického tlaku.

Rozhodující informace o efektivním plošném dosahu odplyňovacích vrtů poskytují zejména dlouhodobé odsávací zkoušky na jednotlivých odplyňovacích vrtech a pro projekt aktivního odplyňovacího systému pak především dlouhodobé odsávací zkoušky na propojených odplyňovacích vrtech, pomocí kterých se vlastně provoz a efektivní plošný dosah budoucího projektovaného aktivního odplyňovacího systému simuluje. Objektivní kontrola účinku dlouhodobých odsávacích zkoušek spojených odplyňovacích vrtů je zajištěna kontrolním metanscreeningem v průběhu dlouhodobé odsávací zkoušky a srovnání jeho vyhodnocení s výsledky základního metanscreeningu před odvrtním odplyňovacích vrtů na ohroženém území.

4.1 AOS v Orlové

4.1.1 Geologicko-tektonická stavba masivu a stručný popis odsávání

Vliv dlouhodobého provozu aktivních odplyňovacích systémů na minimalizaci neřízených migrací směsi důlních plynů na povrch chráněného zájmového území lze přesvědčivě demonstrovat na příkladu staré části města Orlová.

Předmětná část Orlové se rozprostírá na povrchu ostravsko-karvinského hřbetu, probíhajícíím OKR západovýchodním směrem. V pokryvu jsou kvartérní polohy v zastavěných oblastech tvořeny odshora až několik metrů mocnými navážkami, ale také jen cca 0,5 m mocnou vegetační vrstvou v lesoparku. Ve zbývajících částech zájmového území je karbonské souvrství překryto pokryvným útvarem s mocností až do cca 35 m s tím, že pokryvný útvar je převážně kvartérního stáří. Karbonské vrstvy mají přibližně SSV-JJZ směr s tím, že upadají strmě k západu s úklonem 60°-90° tzn., že jsou uloženy převážně v překocené a částečně i svislé poloze. Toto uložení karbonských vrstev bylo mimo jiné způsobeno horotvornými procesy při tvarování orlovské struktury, která je považována za jeden z nejvýznamnějších prvků geologické stavby OKR. Další významné tektonické pásmo, tzv. Žofinská porucha, probíhá severně od Orlovské vrásky Z-V směrem. Seznam dobývaných slojí včetně jejich mocností je uveden v následující tabulce č.1.

Tabulka č.1 Rozsahy mocností slojí dobývaných pod starou částí města Orlová [7]

Sloje					
sedlové		spodní sušské		svrchní sušské	
sloj č.	mocnost (cm)	sloj č.	mocnost (cm)	sloj č.	mocnost (cm)
19	200 - 500	35	170 - 280	46	130 - 160
28	180 - 260	36	150 - 250	47	190 - 200
29	1200 - 1300	37	260 - 350		
129	280	38	140 - 240		
30	750 - 800	39 vr.l.	180 - 240		
130	290	39 sp.l.	180 - 250		
31	200 - 500	40 vr.l.	170 - 250		
32	150 - 280	40 sp.l.	160 - 170		
33	230 - 390	41	160 - 270		
34 vr.l.	200 - 340	42	100 - 160		
34 sp.l.	130 - 190	43	90 - 260		
		44	130 - 220		
		45	130 - 200		

Dolování na pozemcích orlovského panství bylo započato údajně již v r. 1817, pravděpodobně metodou tzv. „selského dobývání“ ve výchozech uhelných slojí na povrch v „karbonském okně“. První kutací jáma zde byla vyhloubena až v roce 1839.

V roce 1841 v blízkosti „karbonského okna“ byly mimo jiných kutacích jam vyhloubeny i jáma Jiří č. II a Jáma 3-Račok. Měly být základem budoucího hlubinného dolu. Pro enormní výstup metanu hlavně z jámy Jiří II byly pouze propojeny slednou chodbou v podzemí. K dobývání však již nedošlo a jámy byly asi v roce 1860 zasypány.

Vzhledem k výstupům metanu v této oblasti a postupně ověřované složité geologické stavbě karbonského pohoří bylo dobývání pod historickým centrem Orlové zahájeno až v I. polovině 20. století. Koncem 70. let minulého století byla ukončena těžba ve strmě uložených slojích a centrum města bylo ovlivňováno dobýváním stejné slojové skupiny v ležmém uložení východně od synklinály překocené orlovské vrásky. Vyuhlené prostory byly vesměs zakládány. Dobývání se zde vyznačovalo velkou ztrátovostí uhlí, způsobenou přírodními i technologickými důvody. Časté nevýruby v těžebních blocích způsoboval nepravidelný vývoj slojové stavby a četná hlavní i místní tektonická pásma.

Útlum posledního provozovaného dolu Žofie započal 1.1.1996. Těžba uhlí byla ukončena vytěžením posledního vozíku uhlí dne 2.3.1998. Zatápění lokality bylo zahájeno dne 29.5.1999, přičemž v současné době je vodní hladina udržována mezi úrovněmi -480 m až -476 m absolutně.

Po ukončení řízeného odvádění metanu z prostor dolu prostřednictvím hlavního větrání a degazace byly v roce 2001 zjištěny intenzivní výstupy důlních plynů v prostoru hřiště TJ Slovan, v oblasti Starého náměstí v suterénu polikliniky, květinářství a v kanalizační síti, dále v prostoru ulice Komenského, lesoparku a v suterénu poštovního úřadu.

4.1.2 Bezpečnostní opatření ve staré části města Orlová po zjištění výstupů důlních plynů na povrch

Mimořádná událost dala podnět pro neprodlené zahájení prací vedoucích k bezpečnému omezení resp. úplnému vyloučení rizik spojených s neřízenou migrací důlních plynů na povrch. Jednalo se zejména o následující opatření:

- informování obyvatel o zjištěném stavu,
- zavedení systému pravidelných kontrolních manuálních měření koncentrací CH₄ a CO₂ v ohrožených objektech a kanalizačních vpustích,
- instalace snímačů metanu s nastavenými signalizačními hodnotami do ohrožených objektů,
- realizace základních měření koncentrací CH₄ a CO₂ v půdním vzduchu.

Souběžně s těmito ihned realizovatelnými opatřeními probíhaly práce na následných opatřeních dle kapitoly 2, vedoucí ke konečnému řešení, tj. minimalizaci ohrožení obyvatelstva výstupy důlních plynů. Dlouhodobá opatření, zajišťující odstranění předmětných rizik, byla orientována na odvrtní odplyňovacích vrtů a vytvoření pasivních a následně i aktivních odplyňovacích systémů.

4.1.3 Realizace odplyňovacích vrtů a ověření jejich efektivity

Odplyňovací vrty jsou odvrtávány na základě vyhodnocení již zmíněné geologické a ložiskové analýzy s tím, že jejich základní funkcí je vytvoření preferenční komunikace zpravidla s nejsvrchnějšími vydobytými důlními prostory nebo hornickou činností rozvolněnými vrstvami, případně i tektonickými pásmy, ve kterých se důlní plyny kumulují. Takto jsou důlní plyny řízeným kontrolovaným způsobem odvedeny do bezpečných vzdáleností od zástavby a mohou být i energeticky využity. Schéma vybavení nadzemní a podzemní části ukončeného OV tvoří přílohu č.9.

Obdobnou funkci plní i zajištěné likvidované jámy s funkčními odfukovými komínky pro plyny nebo odplyňovacími vrty, odvrtanými v tělesech zásypů těchto jam, případně i prostřednictvím potrubí ponechaného v zásypu jam.

Ve staré části města Orlová bylo odvrtáno celkem 34 vrtů s tím, že 16 vrtů tvoří pasivní odplyňovací systém, tzn. že vrty jsou otevřené a jsou ve vlivu změn barometrického tlaku, 3 vrty jsou napojeny na aktivní odsávací systém AOS 1, osm vrtů je napojeno na aktivní odsávací systém AOS 2, dva odplyňovací vrty v tělesech zásypu starých jam Jáma 3 – Račok a jáma Jiří II, 4 vrty jsou monitorovací, tj. jsou uzavřeny a na jejich vyústění je měřen tlak, 1 vrt byl zlikvidován v důsledku jeho nepropustnosti, tzn. nefunkčnosti. Na obrázku č.1 je zobrazen snímek provedení odplyňovacího vrtu ve staré části města Orlová.



Obrázek č.1 Příklad povrchové části odplyňovacího vrtu

4.1.4 Odsávací zkoušky na propojených OV

K zajištění podkladů, umožňujících racionální, efektivní a ekonomicky vyhovující zpracování projektu aktivního odplyňovacího systému pro rizikové oblasti, je nezbytné uskutečnit dlouhodobé odsávací zkoušky na propojených perspektivních odplyňovacích vrtech. Odplyňovací vrty, vhodné pro zapojení do aktivního odplyňovacího systému, jsou vybrány na základě vyhodnocení jejich individuálních DOZ a následujících DOZ, realizovaných při společném odsávání propojených vrtů.

Pomocí DOZ na vybraných propojených odplyňovacích vrtech lze prakticky ověřit účinnost a dosah předpokládaného aktivního odplyňovacího systému a zároveň stanovit i potřebné výkonové parametry zdroje podtlaku, tj. odsávací stanice. Při výběru odplyňovacích vrtů vhodných pro napojení na aktivní odsávací systém jsou hodnocena a posuzována tato hlediska:

- situování OV ve vztahu k povrchové zástavbě, komunikacím a konfiguraci terénu s cílem jejich racionálního propojení s odsávací stanicí,
- výsledky a vyhodnocení DOZ propojených odplyňovacích vrtů,
- reálný předpoklad pozitivního ovlivnění celého rizikového území.

Pro získání rozhodujících podkladů k realizaci druhého aktivního odplyňovacího systému AOS 2 se musely konat dvě dlouhodobé odsávací zkoušky na vybraných OV. Důvodem pro toto rozhodnutí byl jednak velký počet vhodných OV, které by bylo vzhledem k jejich situování technicky velmi náročné napojit na mobilní odsávací stanici a jednak také proto, že tato mobilní ZOS nemá pro tento účel dostatečně výkonnou kapacitu.

Jako názorný příklad ovlivnění likvidovaných SDD a odplyňovacích vrtů konáním dlouhodobé odsávací zkoušky poslouží tabulka v příloze č.12, která znázorňuje přehled vlivu odsávání spojených vrtů OV 19a, OV 21 na odplyňovací vrty a jámy. V tabulce je u jednotlivých jam a vrtů uveden naměřený podtlak s tím, že pokud tento údaj chybí, tak jáma nebo OV měla nulový nebo plusový tlak. Ve spodní části tabulky je graficky znázorněn provozovaný režim odsávání, tj. objemový průtok v ZOS, tlak na sání v ZOS a zároveň i stav a trend vývoje barometrického tlaku.

Odsávací zkouška proběhla v časovém rozmezí 16.12. až 22.12.2004 s celkovou dobou odsávání 143 hodin a 45 minut. Řádově poloviční doba konání DOZ ve srovnání s předchozími DOZ byla zapříčiněna jednak časovou tísní a také faktem, že na základě výsledků vyhodnocení předcházející DOZ již bylo zřejmé, že se realizace výstavby AOS 2 uskuteční.

V průběhu konání DOZ byly ověřeny tři pracovní režimy [8]:

- **režim SIM**, který simuloval odsávání nezbytného podílu objemu směsi důlních plynů pro zajištění minimalizace jejich výstupů na povrch v oblasti areálu TJ Slovan

Orlová v případě jejich začlenění do celkové množiny cca 7 vrtů v rámci zamýšleného aktivního odplynovacího systému AOS 2; předpokládaný odsávaný objem plynů dosahoval cca $300 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$.

- **režim OPTI** byl ověřován za stejným účelem, avšak jeho výkonové parametry by měly stabilizovat předmětnou ohroženou oblast v bezpečných mezích i při nepříznivém vývoji barometrického tlaku; předpokládaný odsávaný objem plynů se pohyboval na úrovni cca $500 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$.
- **režim MAXI** měl ověřit maximální dosah šíření podtlaku v celé historické části města Orlová, s výjimkou Starého náměstí kde již byl provozován AOS 1, při předpokládané hodnotě odsávaného objemu směsi důlních plynů $Q = \text{cca } 800 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$.

Stručné hodnocení dlouhodobé odsávací zkoušky:

- Z přílohy č.12 vyplývá, že první náznaky vlivu DOZ se na OV a jamách projeví až 3. a 4. den konání DOZ při odsávaném objemu cca $500 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$ v režimu OPTI. Tato skutečnost byla nepochybně ovlivněna třídním provozem jen s průměrem $Q = 290 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$ v režimu SIM a výrazným poklesem barometrického tlaku z 1024 na 1003 hPa.
- Zřetelné ovlivnění OV i jam se projeví až 20.12.2004, tj. pátý den zkoušky, kdy byl zvýšen odsávaný objem na cca $600 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$ v režimu MAXI za současného vzestupu barometrického tlaku až na 1026 hPa. Podíl vlivu DOZ a změn barometrického tlaku nelze zcela přesně stanovit. Nejvyšší prokazatelné ovlivnění DOZ vykazovaly zejména vrty OV 22a, OV 23, OV 26. Vysoký podtlak v rozmezí od cca 120 do 810 Pa byl zjištěn i na zbývajících vrtech a jamách s výjimkou vrtů OV 18a, MOV 3 a jámy Jiří II.
- Rozdělení podtlaku na jednotlivé vrty potvrdilo existenci předpokládaných výrazných plynopropustných komunikací mezi vrty a jamami, a to nejen prostřednictvím chodeb a překopů, ale i tektonických pásem.

V průběhu konání DOZ byla metanscreeningem provedena 3 srovnávací měření koncentrace CH_4 v půdním vzduchu. První z nich se konalo 18.12.2004 třetí den provozu ZOS v režimu SIM v období ukončení hlubokého poklesu barometrického tlaku až na 995 hPa a jeho počínajícího vzestupu. Plocha, ohraničená izolinií koncentrace CH_4 ve výši 1 000 ppm vyplňovala téměř celé vytýčené území a zasahovala až za správní budovu. Naměřená maxima ve čtyřech dílčích plochách dosahovala hodnot až 371 352 ppm, 390 739 ppm, 429 587 ppm a na nejrozsáhlejší ploše až 666 000 ppm. Tato velmi nepříznivá situace byla jednoznačně způsobena nepříznivým vývojem bar. tlaku a malým odsávaným objemem směsi důlních plynů. Vliv odsávání s průměrným objemem cca $290 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$ po dobu pouhých 2 dnů nemohl tento stav změnit.

Opakované srovnávací měření se konalo 20.12.2004, tj. pátý den DOZ. Zásahová odsávací stanice byla provozována třetí den v režimu OPTI při $Q = \text{cca } 500 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$ odsávané směsi plynů. Vedle zvýšení odsávaného objemu se výrazně změnil i vývoj barometrického tlaku, neboť v době měření probíhal jeho strmý vzestup. V důsledku těchto skutečností došlo ke znatelnému zlepšení plynové situace v půdním vzduchu. Plocha s naměřeným maximem 377 607 ppm CH_4 se mírně posunula v rámci hřiště k JZ. Celé měření se uskutečnilo na menší ploše ve srovnání s měřením prvním, takže izolinie jednotlivých koncentrací CH_4 nejsou uzavřeny.

Třetí srovnávací měření se uskutečnilo 22.12.2004 v poslední den konání DOZ, při režimu MAXI s průměrným objemem cca $730 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$ a počínajícím poklesem barometrického tlaku z hodnoty 1026 hPa. Toto poslední měření zaznamenalo zřetelné omezení plochy ohraničené izolinií 1 000 ppm CH_4 i naměřeného maxima koncentrace CH_4 na hodnotu 83 323 ppm. Ani v tomto případě nebylo možno uzavřít izolinie ploch s výskytem CH_4 a to v důsledku nedostatečného počtu měřených bodů. Vyhodnocení metanscreeningu prokázalo, že se nepodařilo snížit hodnoty koncentrace CH_4 na měřeném rizikovém území pod hodnotu 500 ppm, tj. přirozené pozadí.

Z výše uvedeného příkladu stručně popsaného průběhu a hodnocení dosahu DOZ zcela zřetelně vyplývá, že dlouhodobou odsávací zkouškou na propojených OV vybraných pro zapojení do AOS, lze úspěšně „modelovat in situ“ účinnost a dosah budoucího AOS a tím poměrně přesně stanovit potřebné parametry výkonu odsávacího zdroje.

4.2 Požadavky na strojní a bezpečnostní vybavení odsávacích stanic

Bezpečný provoz odsávacích stanic je nezbytné pojímat v širším kontextu, tzn. nejen jako provoz samotné OS, ale i ve vazbě na její situování v občanské, resp. průmyslové zástavbě a dále i v možnosti ohrožení zájmového území výstupy hořlavého zemního plynu v případech, kdy OS plní i funkci aktivního odplyňovacího systému. Projekt realizace aktivního odplyňovacího systému, jehož je odsávací stanice součástí a odsátý důlní plyn je využíván v kogeneračních jednotkách, musí tedy zahrnovat a řešit všechny související bezpečnostní aspekty jak pro bezpečný provoz vlastní OS, tak i pro bezpečnostní situaci na územích v bezprostřední blízkosti této OS, na trasách plynovodů, v okolí napojených vrtů i na plochách ohrožených výstupy důlního plynu na povrch při prostojích OS. To ve svých důsledcích znamená, že bezpečnostní podmínky provozu OS musí být analyzovány a následně stanoveny komplexně a v přímé vazbě a vzájemných souvislostech pro celý odsávací systém.

Stavební část projektu musí být přizpůsobena situaci, účelu a prostoru v němž je odsávací nebo odplyňovací systém projektován a následně realizován. Každý stavební projekt je svým způsobem originál. Trasy pro plynovodní řady musí být optimalizovány a to nejen z technického, ale i bezpečnostního hlediska a zároveň jejich projekce musí

respektovat závěry stavebního řízení. Důležitým prvkem projektu je i optimální řešení odběrových míst elektrické energie a kabelových tras.

Vlastní stavba odsávací stanice musí být jednoduchá, účelná a zajišťující všechny předpoklady a požadavky na bezpečný, hygienický a ekologicky nezávadný provoz. To znamená, že nesmí být opomenuto její vhodné situování ve vztahu k povrchové zástavbě, případným podpovrchovým objektům, hlučnosti, existenci odřukového komínku, vyloučení možnosti jejího zatopení vodou apod.

Zcela samozřejmou podmínkou je její vhodné začlenění do předmětného území i z architektonického hlediska.

Projekt OS musí respektovat i její vhodné a bezpečné propojení s kogenerační jednotkou.

4.2.1 Strojní část

Základními předpoklady zpracování projektu strojní části odsávací stanice jsou:

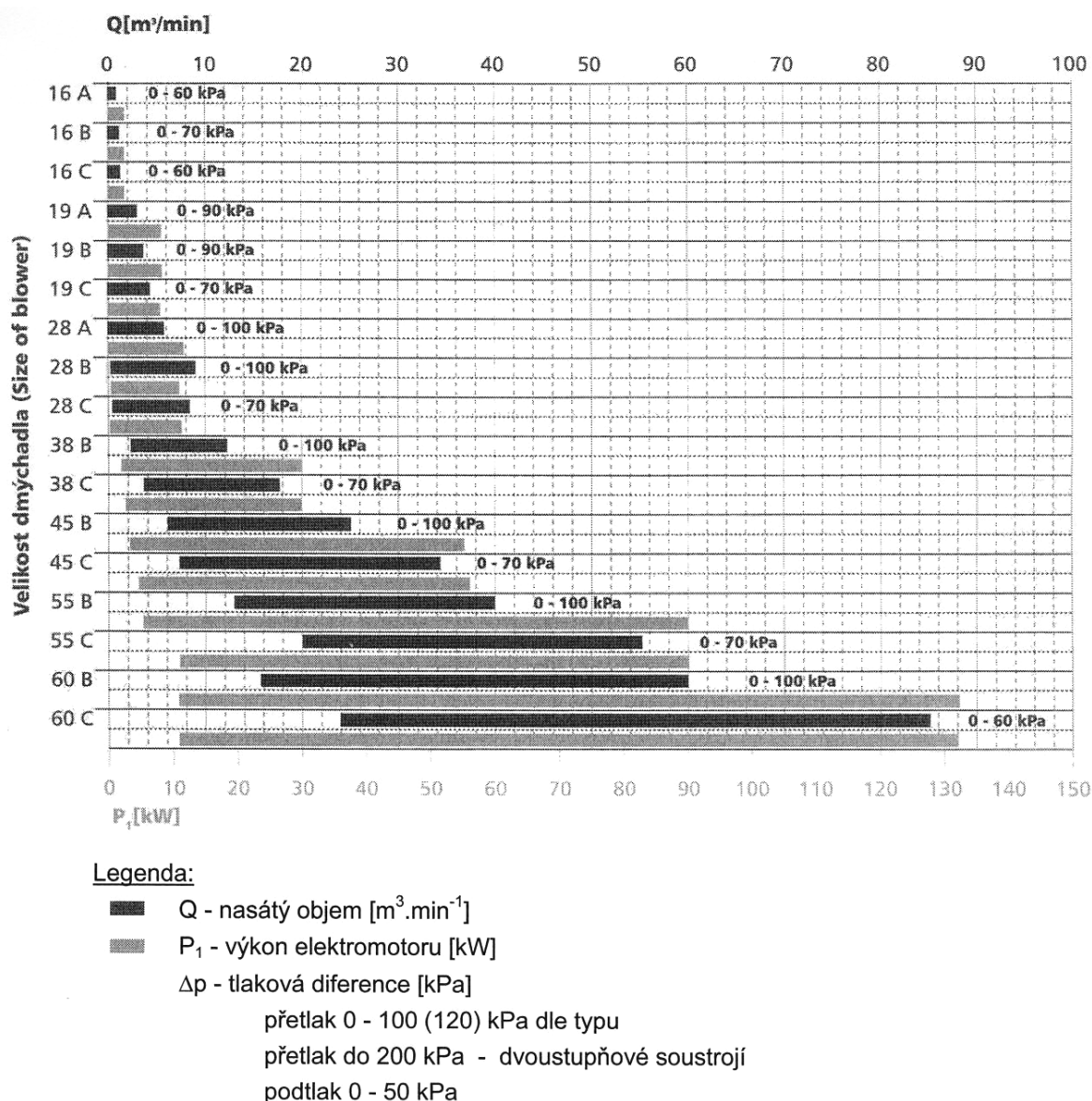
- využití moderních strojů, zařízení a materiálů,
- provoz stanice na suché bázi,
- automatizovaný bezobslužný provoz stanice,
- cyklické monitorování všech nezbytných provozních a bezpečnostních informací z OS a vrtů,
- dálkový přenos cyklicky snímaných informací do dispečinku,
- adekvátní vybavení dispečinku počítačovým systémem pro zpracování a vyhodnocení informací, včetně jejich archivace,
- dálkové ovládání potřebných prvků systému odsávací stanice včetně servoventilů na plynovodech.

V současné době je na tuzemském i zahraničním trhu k dispozici rozsáhlá nabídka vhodných výkonných zdrojů podtlaku pro nasátí, stlačení a dopravu hořlavých, výbušných a agresivních plynových směsí. Tyto technologické celky, např. kompresory nebo dmýchadla, se vyrábějí v široké škále výkonových parametrů – viz obrázek č.2, jež umožňují výběr odsávacího zařízení podle konkrétních technických parametrů odsávání skupiny propojených vrtů, tzn. předpokládaného odsávaného objemového průtoku směsi důlních plynů a potřebného tlaku na sání a výtlaku, samozřejmě s nezbytnou rezervou. Tato skutečnost, tj. možnost výběru odsávacího zařízení s výkonovými parametry odpovídajícími parametrům sítě propojených vrtů, přispívá rovněž nemalou měrou k bezpečnosti provozu odsávacích stanic tím, že vylučuje přetěžování odsávacího zařízení a navíc je i zárukou jejich ekonomicky výhodného dlouhodobého využívání.

Odsávací zařízení se zpravidla vyrábějí v kontejnerovém provedení. Kontejnery strojní části i elektro části agregátu jsou umístěny na společném rámu.

Větrání skříní je zajištěno přetlakovým chladícím elektrickým ventilátorem, který zároveň zajišťuje odvětrání skříní (kontejnerů) v případě úniku čerpaného plynu do tohoto uzavřeného prostoru. Výkon ventilátoru je regulován v závislosti na výkonu odsávacího zařízení.

Výkon samotného dmýhadla nebo kompresoru lze zpravidla regulovat změnou otáček elektromotoru pomocí frekvenčního měniče, který je umístěn v elektro rozváděčové skříní s ventilátorem s obdobnou funkcí jak je tomu u odsávacího zařízení.



Obrázek č.2 Příklad nabídky dmýhadla s rotačními písty [9]

4.2.2 Bezpečnostní prvky a systémy

Odsávací zařízení jsou vybavena protiexplozivními pojistkami zamezujícími přenos případného výbuchu odsávacích důlních plynů z pracovního prostředí do potrubí, a to

na sací a výtlačné straně odsávacího zařízení a rovněž i na odfukovém komínku. Tato protiexplozivní pojistka je situována za tlumiči hluku a zabraňuje vzniku deflagrace při případné iniciaci ve vnějším prostoru za výfukem. Odfukový komínek musí dosahovat min. výšky cca 3 m nad povrchem.

Pracovní prostředí pro odsávací stanice stanovuje státem autorizovaná zkušebna protokolem o určení vnějších vlivů a prostředí odsávacích zařízení konkrétních typů, a to v souladu s ČSN 33 2000-3. Protokol o určení vnějších vlivů a prostředí odsávacích zařízení je součástí vypracované projektové dokumentace pro výstavbu odsávací stanice.

Pokud se týká hlučnosti provozované odsávací stanice nesmí přesáhnout 1 m od nejbližšího objektu občanské zástavby hodnotu 40 dB. V zájmu dosažení min. hlučnosti a vzhledem k občanské zástavbě musí být odsávací zařízení umístěno ve skříních (kontejnerech) v protihlukové úpravě.

Velmi závažnou roli nejen pro optimální řízení provozu odsávacích stanic a kontrolu dodržování žádoucích parametrů provozu, ale i pro dodržení bezpečnosti jejich provozu, hrají měření provozních a bezpečnostních veličin. Rozdělit striktně provozní a bezpečnostní parametry odsávacího zařízení i odsávací stanice do dvou samostatných okruhů není z logických důvodů možné, neboť spolu velmi těsně souvisí. Překročení provozních (technických) parametrů může způsobit vznik mimořádné události stejně jako překročení nastavených bezpečnostních mezí poruchu technickou. Podle způsobu snímání se měření dělí do dvou vyhraněných skupin:

- **analogové**, snímající kontinuální průběh změn veličin s jejich konkrétními hodnotami;
- **binární**, informující o sledovaném stavu ve formě „ano“-„ne“ a umožňující i dálkové ovládání odsávacího zařízení.

Při výpadku provozu OS (překročení mezních hodnot teploty nebo tlaku na sací či výtlačné straně odsávacího zařízení apod.) dojde automaticky k uzavření servoventilu před kompresorem a otevření servoventilu v komínku volného odfuku, čímž je umožněn odfuk důlních plynů z napojených vrtů do atmosféry.

Při výpadku elektrické energie na odsávací stanici musí zůstat v provozu lokální počítač na OS nejméně na dobu cca 5 minut, stejně jako přenos informací na dispečink. Obě zařízení musí být napájena z havarijního akumulátoru. Opětovné zprovoznění OS musí provádět pověřená, problematiky znalá osoba a to po kontrole stavu OS přímo na místě, v souladu s pokyny dispečera. Uvedení OS znovu do provozu musí probíhat podle příslušného provozního předpisu, který je součástí „Místního provozního řádu“.

4.3 Hodnocení efektivity aktivních odplyňovacích systémů ve staré části města Orlová

Ověření účinného dosahu vlivu aktivních odplyňovacích systémů na předmětných rizikových územích bylo prováděno následujícími hodnotícími metodami:

- srovnání výsledků základního plošného metanscreeningu s následnými kontrolními měřeními,
- účelovým přerušením provozu AOS 1 a navazujícím kontrolním metanscreeningem v oblasti Starého náměstí,
- průběžným sledováním, vyhodnocováním a případnou neprodlenou regulací parametrů odsávací stanice a napojených vrtů na plynovém dispečinku,
- průběžným sledováním a vyhodnocováním změn tlaku v monitorovacích vrtech ve vazbě na hodnotu a trendy změn barometrického tlaku,
- manuálním kontrolním měřením tlaku a složení směsi důlních plynů na odplyňovacích vrtech nenapojených na AOS.

4.3.1 Srovnání výsledků základního plošného metanscreeningu s následnými kontrolními metanscreeningy po odvrtání OV a výstavbě a provozu AOS

Účelem realizací metanscreeningu je vyhodnocování a srovnávání naměřených výchozích koncentrací CH₄ a CO₂ v půdním vzduchu a jejich rozsahu před zahájením prací na jejich minimalizaci s hodnotami následných kontrolních MS v průběhu provádění bezpečnostních opatření. Touto metodou je umožněno velmi účinné a průkazné sledování efektivity realizovaných opatření v potřebných časových intervalech a to jak koncentrací CH₄ a CO₂, tak i ploch jejich výskytu.

Obsah jednotlivých složek ovzduší se uvádí zpravidla v objemových procentech, v případě malých objemů i v ppm. Pro převody platí jednoduchý vztah:

$$1 \text{ ppm} = 0,0001 \text{ \%}, \text{ tj. } 1 \text{ \%} = 10\,000 \text{ ppm}$$

Po zjištění výstupů důlních plynů s nebezpečnými koncentracemi CH₄ ve sportovním areálu TJ Slovan Orlová v dubnu 2001 bylo následně provedeno výchozí měření koncentrací metanu v půdním vzduchu metanscreeningem v oblasti staré části města Orlová na celkové ploše cca 30 ha, viz příloha č.2. Na základě vyhodnocení tohoto měření byly podle dílčích projektů zahájeny práce na minimalizaci výstupů důlních plynů na povrch v nejvíce ohrožených oblastech.

Nejvyšší koncentrace CH₄ byly zjištěny v následujících oblastech:

- sportovní areál TJ Slovan Orlová..... 853 000 ppm, tj. 85,3 %
- ulice Komenského 763 000 ppm
- Zámecký park 552 000 ppm
- Staré náměstí 306 000 ppm

V období od 10.6. až 18.7.2002 bylo uskutečněno měření území staré části města Orlová metanscreeningem téměř ve stejném rozsahu, viz příloha č.3. Před tímto měřením bylo již zajištěno 8 SDD v Orlové a blízkém okolí, ve sportovním areálu TJ Slovan byly odvrtny 4 mělké odplynovací vrty, u ulice Husova byl odvrtný odplynovací vrt OV 5 a v areálu mateřské školy odplynovací vrt OV 11.

Při tomto prvním kontrolním MS byly v zájmových oblastech naměřeny následující maximální koncentrace CH₄:

- sportovní areál TJ Slovan Orlová..... 593 000 ppm
- ulice Komenského 743 000 ppm
- Zámecký park 676 000 ppm
- Staré náměstí 181 104 ppm

Z vyhodnocení tohoto měření a srovnání s výsledky výchozího MS vyplývá, že doposud realizovaná bezpečnostní opatření nebyla dostatečně účinná, neboť nedošlo k výraznějším poklesům koncentrace CH₄ ani ke zmenšení ploch výskytu CH₄.

Druhý kontrolní MS, realizovaný v obdobném rozsahu jako metanscreeningy předchozí, byl uskutečněn v období duben až listopad 2003 - viz příloha č.4. V časovém rozmezí mezi prvním a druhým kontrolním MS byly odvrtny odplynovací vrty OV 6, OV 7, OV 8, OV 9, OV 10a, OV 12, OV 13, OV 14, OV 15, OV 16, OV 17, OV 21, OV 22a, OV 23 a OV 26.

V průběhu druhého kontrolního MS byly zjištěny následující maximální koncentrace CH₄:

- sportovní areál TJ Slovan Orlová..... 388 048 ppm
- ulice Komenského 108 615 ppm
- Zámecký park 292 767 ppm
- Staré náměstí 4 014 ppm

Z grafického znázornění výsledku druhého kontrolního MS je zcela zřejmé, že i když projektovaná opatření k minimalizaci výstupů důlních plynů na povrch nebyla realizována v plném rozsahu, došlo ke znatelnému poklesu koncentrací CH₄ v půdním vzduchu i k zmenšení rozsahu ploch s jeho výstupy.

Třetí kontrolní MS, viz příloha č.5, byl proveden v říjnu 2005 a zahrnul více jak roční provoz AOS 1 a cca měsíční provoz AOS 2. V jeho průběhu byly naměřeny v půdním vzduchu zájmových území tyto max. koncentrace CH₄:

- sportovní areál TJ Slovan Orlová..... 138 193 ppm
- ulice Komenského 37 884 ppm
- Zámecký park 8 831 ppm
- Staré náměstí 254 ppm

Přesto, že AOS 2 byla v provozu jen cca 1 měsíc, je evidentní, že již pozitivně ovlivnila území, jež jsou v jejím přímém vlivu. Jsou to území sportovního areálu TJ Slovan, Komenského ulice a částečně i Zámeckého parku.

Čtvrtý a zároveň poslední kontrolní MS se uskutečnil na přelomu roku 2007 a 2008, avšak pouze v oblasti sportovního areálu TJ Slovan, ulice Komenského a Zámeckého parku – viz příloha č.6. V průběhu měření byly zjištěny následující maximální hodnoty koncentrací CH₄:

- sportovní areál TJ Slovan Orlová..... 1 939 ppm
- ulice Komenského 643 ppm
- Zámecký park 8 095 ppm

Uskutečněná kontrolní měření pomocí aplikované přímé metody atmogeochemie, v porovnání se základním MS z roku 2001, prokázala sestupný trend koncentrací CH₄ i zmenšování ohrožených ploch. Nejvyšší naměřené koncentrace CH₄ v předmětných oblastech a jejich porovnání vždy s předcházejícím měřením jsou pro názornost uvedena v tabulce č.2. Rozhodujícím opatřením, vedoucím k minimalizaci koncentrací CH₄ a omezování rizikových ploch, bylo vybudování a následné provozování aktivních odplyňovacích systémů, které plynovou situaci stabilizovaly i v případech nízkého a nepříznivého vývoje barometrického tlaku.

Tabulka č.2 Výčet max. koncentrací CH₄ a jejich vzájemné srovnání

oblast	max. koncentrace CH ₄ [ppm]				
	výchozí MS	první kontrolní MS	druhý kontrolní MS	třetí kontrolní MS	čtvrtý kontrolní MS
sportovní areál TJ Slovan Orlová	853 000	593 000	388 048	138 193	1 939
ulice Komenského	763 000	743 000	108 615	37 884	643
Zámecký park	552 000	676 000	292 767	8 831	8 095
Staré náměstí	306 000	181 104	4 014	254	neměřeno
snížení koncentrace oproti předcházejícímu měření [ppm]					
sportovní areál TJ Slovan Orlová	-	260 000	204 952	249 855	136 254
ulice Komenského	-	20 000	634 385	70 731	37 241
Zámecký park	-	-124 000 *	383 233	283 936	736
Staré náměstí	-	124 896	177 090	3 760	-

Legenda:

* v tomto jediné případě nedošlo ke snížení koncentrace CH₄, ale bylo zjištěno zvýšení koncentrace CH₄, které bylo zapříčiněno výrazně nižší hodnotou barometrického tlaku, než byla při měření předcházejícím

4.3.2 Prerušení provozu AOS 1 k ověření nezbytnosti jeho nepřetržitého chodu i v období příznivého vývoje barometrického tlaku

Aktivní odplyňovací systém AOS 1 byl uveden do měsíčního zkušebního provozu dne 28.6.2004 a od té doby byl provozován, s výjimkou drobných výpadků, nepřetržitě.

K prokázání příznivého vlivu provozu AOS 1 na minimalizaci neřízených výstupů metanu v oblasti Starého náměstí bylo využito vyhodnocení dílčího MS z 12.7.2004, tj. 14 dnů po zahájení provozu AOS 1. Toto vyhodnocení lze porovnat s vyhodnocením MS ze dne 5.5.2005, tj. 17 dnů po přerušení provozu AOS 1 – viz přílohy č.7 a 8.

Výsledky MS z 5.5.2005 vedly k neprodlenému obnovení provozu AOS 1, neboť se zcela evidentně prokázala absence chodu AOS 1 na zvýšení nebezpečí, plynoucích z neřízených výstupů CH_4 v chráněné oblasti a to především:

- několikanásobně se zvětšila plocha se zjištěným CH_4 v původním vzduchu,
- izolinie ohraničující plochy s výskytem CH_4 v půdním vzduchu s koncentrací 1 000, 5 000 a 10 000 ppm nejsou uzavřeny a zasahují pod zástavbu na východní straně náměstí,
- naměřená maxima koncentrací CH_4 se zvýšila z 15 484 ppm až na 148 261 ppm,
- v období výluky AOS 1 barometrický tlak stoupal z hodnoty 995 hPa, dále kolísal na střední úrovni mezi cca 1009 až 1025 hPa a nedošlo k jeho výraznějším poklesům, které by plynovou situaci pravděpodobně znatelně zhoršily.

Tento poměrně nebezpečný experiment potvrdil již mnoha odsávacími zkouškami ověřený fakt, že odplyňovací vrt nenapojený na zdroj podtlaku neovlivňuje dostatečně účinně na žádoucí ploše výstupy důlních plynů na povrch, protože tento odplyňovací vrt je pouze v dominantním vlivu barometrického tlaku. Naopak odplyňovací vrty, které jsou součástí komplexu AOS, jsou nepřetržitě v podtlaku a odsávací stanice vytvářejí a stabilizují příznivé plynové poměry na rizikovém území.

4.3.3 Průběžné sledování, hodnocení a regulace současného stavu snímaných parametrů odplyňovacího komplexu z plynového dispečinku

Aktivní odsávací systém AOS 1 pro oblast Starého náměstí

Systém je provozován v nepřetržitém automatickém režimu, neboť ověření s jeho přerušovaným provozem v období poklesu a nízké hodnoty barometrického tlaku, vedlo k havarijním výstupům CH_4 na ploše náměstí a provoz AOS 1 musel být neprodleně obnoven.

Tabulka č.3 Technické parametry dmýchadla v AOS 1 [10]

označení, typ	38B/5
max. průtok plynu	200 m ³ /hod (při 101,3 kPa, 15°C)
tlak na sání	15 kPa
tlak na výtlaku	5 kPa
max. výstupní teplota plynů	65°C
max. otáčky dmýchadla	2060 min ⁻¹



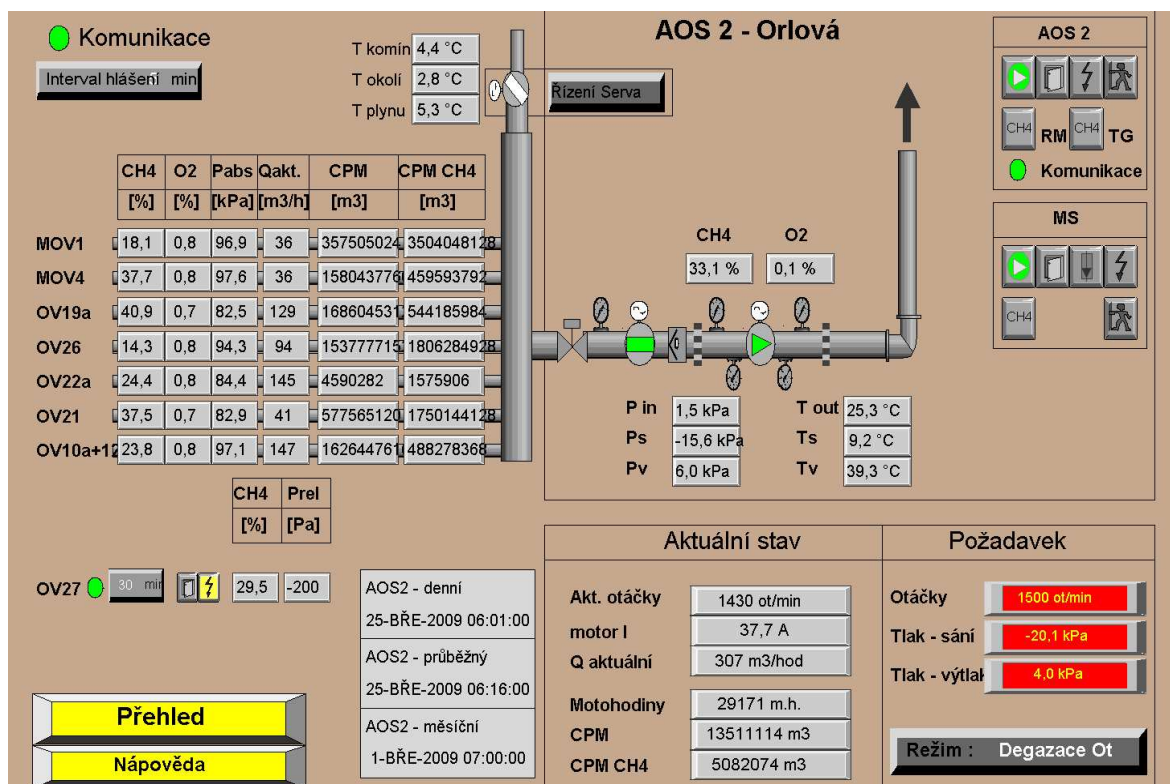
Obrázek č.3 Odsávací zařízení 38B/5

Tabulka č.4 Průměrné provozní parametry AOS 1

průměrné provozní parametry	jednotky	hodnoty
objem odsávané plynové směsi	$\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$	cca 160
tlak na sání	Pa	5 000
koncentrace CH_4 ve směsi důlních plynů	%	cca 31
koncentrace O_2 ve směsi důlních plynů	%	0

Aktivní odsávací systém AOS 2 pro oblast Zámeckého parku, Komenského ulice a sportovního areálu TJ Slovan Orlová

Rovněž provoz AOS 2 je nepřetržitý a plně automatický, tzn. bez stálé obsluhy, s povinností denních kontrol provozu a stavu celého komplexu na místě. Automaticky monitorované provozní i bezpečnostní parametry, které jsou kontinuálně přenášeny do plynového dispečinku, stejně jako možnosti dálkového ovládání a regulace vybraných provozních i bezpečnostních prvků, jsou zevrubně popsány v podkapitole 4.2. Na následujícím obrázku je uvedena mimika, zobrazovaná na monitorech plynového dispečinku, s okamžitým stavem dosahovaných parametrů na AOS.



Obrázek č.4 Mimika zobrazovaná na monitorech plynového dispečinku

Tabulka č.5 Technické parametry dmýchadla v AOS 2 [11]

označení, typ	38C/18
max. průtok plynu	1000 m ³ /hod
tlak na sání	25 kPa
tlak na výtlaku	20 kPa
max. výstupní teplota plynů	65°C
max. otáčky dmýchadla	2920 min ⁻¹

Tabulka č.6 Průměrné provozní parametry AOS 2

průměrné provozní parametry	jednotky	hodnoty
objem odsávané plynové směsi	m ³ .hod ⁻¹	cca 420
tlak na sání	Pa	20 100
koncentrace CH ₄ ve směsi důlních plynů	%	cca 35
koncentrace O ₂ ve směsi důlních plynů	%	0,2

Z odsávacích zkušeností vyplývá, že pro energetické využití odsávaná kapacita jednoho OV není dostatečná a zároveň neskýtá ve všech případech záruku stabilní, alespoň minimální koncentrace CH₄, potřebné pro provoz případně napojené kogenerační jednotky.

Situování AOS i schéma na ně napojených OV je znázorněno v příloze č.10. Na obrázku č.5 je snímek měřicí stanice, ve které jsou plynovodní potrubí z předmětných odplynovacích vrtů napojeny na sběrač (slučovač). Slučovač je napojen jedním potrubním tahem na AOS 2. Měřicí stanice je vybavena odfukovým komínkem s uzavírací klapou ovládanou servopohonem s možností ovládání z plynového dispečinku. Na obrázku č.6 je snímek AOS 2 ve staré části města Orlová.



Obrázek č.5 Měřicí stanice pro AOS 2



Obrázek č.6 AOS 2 ve staré části města Orlová

4.3.4 Průběžné sledování a vyhodnocování změn tlaku resp. koncentrace CH₄ ve vybraných monitorovacích vrtech

Vybrané odplyňovací vrty OV 17, OV 25, OV 27 a MOV 2 splňují základní podmínky, že k monitoringu budou využity především již realizované vrty, situované na okraji chráněného území a současně v aktivním dosahu AOS 1 i AOS 2 – viz příloha č.10.

Vrt MOV 2 je situován v prostoru areálu TJ Slovan Orlová v blízkosti plošně největšího výstupu metanu na území staré části města Orlová, který je ve vlivu odsávacího systému AOS 2. Vrt se svou reakcí na změnu barometrického tlaku je vhodný pro monitorování účinností odplyňování této plochy.

Vrt OV 17 je situován v prostoru Zámeckého parku na západní straně zájmového území, zastihuje vydobyté stařiny 42 sloje a je velmi dobře plynopropustný. Vrt je ve vlivu AOS 2.

Vrt OV 25 je situován v blízkosti ulice M. Tyrše na severním okraji chráněného území, zastihuje vydobyté stařiny nejseverněji dobývané 47 sloje ve strmém uložení a monitorování vrtu má význam především pro ověření dosahu a účinnosti řízeného cíleného odsávání systémem AOS 2.

Vrt OV 27 je situován na ulici 28. října v jižním prostoru řešeného území, zastihuje stařiny na úrovni 3. patra 31 sloje strmého uložení. Monitorování vrtu je významné především pro ověření prostorového dosahu a účinnosti odsávacího systému AOS 1.

Na všech čtyřech vrtech byly instalovány snímače tlaku a koncentrace CH_4 , přizpůsobené pro dálkový přenos informací do plynového dispečinku.

Vyhodnocené informace jsou využívány pro řízení provozu AOS 1 i AOS 2 a k predikci možného vzniku nebezpečného stavu ve spojitosti s neřízenými výstupy důlních plynů na chráněných územích.

Vzhledem k tomu, že všechny čtyři monitorovací vrty jsou situovány na okraji oblastí v působnosti podtlaku provozovaných AOS 1 a AOS 2, jsou částečně v různé míře ovlivňovány jak zmíněnými AOS, tak i změnami barometrického tlaku. Každý z vrtů má individuální reakce na veškeré vlivy na něho působící, tzn. i jinou mez hodnoty, trendu a dynamiky změn barometrického tlaku pro dosažení tlaku ve vrtu $\Delta p = 0$ Pa. Po dosažení této hodnoty dochází zpravidla ke změnám tlakového spádu mezi uzavřeným podzemím a atmosférou. Tlak na sání v AOS 1 i AOS 2 je prakticky konstantní, což dokazuje, že změny tlaku v monitorovacích vrtech jsou ovlivněny změnami barometrického tlaku. Dosažení hodnoty tlaku v monitorovacích vrtech $\Delta p = 0$ Pa a vyšších upozorňuje na možnost výstupu důlních plynů na povrch.

4.3.5 Pravidelná týdenní manuální kontrolní měření koncentrací CH_4 , CO_2 , O_2 a tlaku v odplyňovacích vrtech

Manuální kontrolní měření koncentrací jednotlivých složek směsi důlních plynů a tlaků ve všech aktivních vrtech se provádí jednou týdně v závislosti na vhodném vývoji barometrického tlaku. I výsledky těchto měření jsou podkladem pro hodnocení plynových poměrů v zájmové lokalitě a případné úpravě parametrů provozu AOS 1 nebo AOS 2. Množina odplyňovacích vrtů na území staré části města Orlová čítá celkem 33 vrtů a dělí se do pěti podmnožin:

- 16 odplyňovacích vrtů nenapojených na zdroj podtlaku, tj. vrtů pasivního odplyňovacího systému,
- 2 odplyňovací vrty v tělesech zásypu starých jam Jáma 3 – Račok a jáma Jiří II,
- 3 odplyňovací vrty zapojené do AOS 1,
- 8 odplyňovacích vrtů zapojených do AOS 2,
- 4 monitorovací vrty pro predikci vývoje plynové situace území staré části města Orlová.

V časových obdobích, kdy tlakový spád směřuje z povrchu do podzemí, tzn., že předmětný vrt je v podtlaku, proudí povrchová atmosféra do podzemí a „ředí“ směs důlních plynů v bezprostředním okolí vrtu i na komunikacích k vrtu. V průběhu tohoto procesu klesají koncentrace CH_4 a CO_2 a narůstá koncentrace O_2 v podzemním prostoru,

který se nachází ve vlivu vzniklého tlakového spádu. Jakmile se barometrický tlak změní natolik, že dojde ke změně tlakového spádu směrem z podzemí na povrch, vrt se dostane do přetlaku a směs důlních plynů začne proudit k povrchu. Nejprve vystoupí na povrch nasátá atmosféra a následně zředěná směs důlních plynů z vlastního vrtu a jeho blízkého okolí. Koncentrace CH_4 i CO_2 je zpočátku nulová, zatímco koncentrace O_2 přesahuje 20 %. Postupně koncentrace CH_4 a CO_2 rostou a koncentrace O_2 klesá, až dosáhnou hodnot v původní, atmosférou nezředěné směsi důlních plynů.

Pravidelná manuální měření odplyňovacích vrtů byla prováděna po celou dobu řešení minimalizace výstupů důlních plynů na povrch území staré části města Orlová a navíc byla realizována i měření koncentrací CH_4 a CO_2 v ohrožené části kanalizační sítě v obdobích poklesu barometrického tlaku i ve vybraných ohrožených stavebních objektech, ve kterých jsou instalovány i elektronické snímače koncentrací CH_4 .

4.4 Možnosti využití odsáté směsi důlních plynů

Využití plynů z uzavřených dolů představuje výhradně využití jejich energetického obsahu. Energetický obsah důlního plynu je dán koncentrací metanu ve směsi plynů. Tato koncentrace v případě plynu z uzavřených dolů je značně proměnlivá a podle místních podmínek se pohybuje od 0 % do 70 % CH_4 .

Pro možnost využití plynu s koncentracemi minimálně 30 % CH_4 existuje několik způsobů řešení, a to v závislosti na energetickém obsahu, možnosti dopravy plynu k odběrateli, zájmu odběratelů o tento méně kvalitní plyn, uplatnění vyrobené elektrické energie a tepla a na ekonomických podmínkách, především návratnosti vložených investic.

Při rozhodování o využití důlního plynu je rozhodující stabilita zdroje plynu a jeho životnost. Přístup k využívání plynu dále ovlivňuje nutnost odsávání v určitých parametrech pro zajištění bezpečnosti a snaha o omezení odfuků plynu obsahujícího metan pro snižování vlivu tzv. skleníkového efektu. Z tohoto pohledu zde existuje určitá paralela s důlní degazací, kde prvotním účelem je zajištění bezpečnosti důlních pracovišť.

Odsátý důlní plyn může být zpracován těmito způsoby:

- plyn se dopraví pomocí dílčího plynovodu do plynovodního systému a tímto k odběrateli, ve výjimečných případech se může dopravit přímo dílčím plynovodem k odběrateli v dané lokalitě,
- pomocí kogenerační jednotky či více jednotek situovaných v dané lokalitě se z plynu vyrobí elektrická energie, případně elektrická energie a teplo, přičemž dodávka tepla je limitována co nejmenší vzdáleností KGJ od spotřebitele v důsledku dodržení podmínek minimálních tepelných ztrát,
- kombinací obou způsobů, která je řešena dopravou odsátého plynu plynovodním systémem k tzv. centrální kogeneraci, kde se vyrobí energie z plynu získaného v různých lokalitách různým způsobem.

V OKR jsou v podstatě jediným zavedeným způsobem využití plynu v lokalitě odsávání instalace kogeneračních jednotek. Velikost a specifikace zařízení závisí na vydatnosti a kvalitě odsávaného plynu, podmínkách dodávky elektrické energie, způsobu využití vyrobeného tepla, umístění lokality s ohledem na hygienické parametry apod.

Elektrická energie zde vzniká roztočením elektrického generátoru pomocí pístového spalovacího motoru. Motory v kogeneračních jednotkách jsou standardně konstruované na zemní plyn, mohou však spalovat i jiná paliva, tzn. i důlní plyn. Nižší energetický obsah tohoto plynu je ale nutno řešit zvýšením plnicího tlaku do motoru. Výkyvy v objemu i kvalitě dodávaného důlního plynu lze spolehlivě řešit pomocí směšovacího uzlu, kde se důlní plyn může doplňovat co do objemu i kvality přidáváním zemního plynu z plynárenské sítě. Pokud je poblíž kogenerační jednotky plynovod s degazačním plynem, jehož koncentrace je větší než 50 % CH₄, pak pro směšování lze využít i tento plyn.

Pro výrobu el. energie a tepla v lokalitě staré části města Orlová byly navržena kogenerační jednotka TEDOM řady Quanto D 770 uspořádaná v kontejnerové skříni pro venkovní provedení. Obsahuje prostor, ve kterém je soustrojí motor-generátor na základovém rámu, tepelné zařízení jednotky a prostor pro el. rozvaděče. KGJ ve staré části města Orlová byla vybudována v průběhu roku 2007 a provoz byl zahájen v prosinci 2007, na následujícím obrázku č.7 je zobrazen její snímek.



Obrázek č.7 KGJ TEDOM řady Quanto D 770 ve staré části města Orlová

KGJ je určena pro spalování důlního plynu v provedení se synchronním generátorem pro paralelní provoz se sítí o napětí 400 V a pro teplovodní okruhy 96/80°C. Pro instalaci, provedení a provoz kogenerační jednotky platí technická pravidla TPG 811 01 – Soustrojí se zážehovými motory na plyná paliva. Instalace a provoz.

- Základní technické údaje motorgenerátoru TCG 2016 V16 [12]:

Jmenovitý elektrický výkon	774 kW
Max. tepelný výkon	752 kW
Příkon v palivu	1882 kW
Účinnost elektrická	41,1 %
Účinnost tepelná	40,0 %
Účinnost celková (využití paliva)	81,1 %
Spotřeba CH ₄ při 100 % výkonu	200 Nm ³ /h (15°C, 101 325 Pa, $\varphi = 0$)

- Motor

K pohonu jednotky je použit plynový spalovací motor TCG 2016 V16, výrobek firmy Deutz Power System, SRN.

Počet válců	16
Uspořádání válců	do V
Vrtání x zdvih	132x160 mm
Zdvihový objem	35000 cm ³
Kompresní poměr	12 : 1
Pracovní otáčky	1500 min ⁻¹
Max. výkon motoru	800 kW

- Generátor

Zdrojem elektrické energie je synchronní generátor 0,4 kV, 50 Hz, zapojený do hvězdy, jmenovité otáčky 1500 min⁻¹, výrobek firmy Stamford, Anglie.

Základní parametry generátoru:

Výkon generátoru (pro $\cos \varphi = 0,8/1$)	1000/800 kVA/kW
Účinnost ve 100 % P_{elektro}	96,9 %

- Rozměr kontejneru kogenerační jednotky

Délka	12 195 mm
Šířka	3000 mm
Výška celková (přepravní)	10000 (3000) mm

5 Zahraniční zkušenosti

Útlum a likvidace dolů OKR probíhal v devadesátých letech minulého století v nezvykle rychlém sledu a zastihl naše hornictví zcela nepřipravené k řešení nově se vyskytávajících problémů. První poznatky, vědomosti a zkušenosti byly získávány z odborných zahraničních časopisů, referátů ze seminářů a konferencí a následně i pracovních návštěv konaných v zemích s vyspělým hornictvím v západní Evropě.

Vzhledem k tomu, že ani výše uvedené zdroje informací, neposkytovaly dostatek praktických poznatků pro konfrontaci postupů realizovaných a aplikovaných v OKR, a to především proto, že ani v západní Evropě likvidace a uzavírání uhelných dolů neprobíhala dostatečně dlouho na to, aby zkušenosti mohly být s časovým odstupem objektivně vyhodnoceny, byla uskutečněna od roku 1995 řada služebních cest na toto téma.

Tyto pracovní návštěvy se uskutečnily v uhelných revírech s probíhajícím útlumem těžby nebo likvidace dolů, ve společnostech nebo organizacích, zabývajících se předmětnou problematikou v následujících zemích: Francie, Belgie, Velká Británie, Spolková republika Německo a Maďarsko.

Po celkovém porovnání a vyhodnocení důlně-geologických podmínek, vyskytujících se rizik s výstupy důlních plynů a tím používaných účinných způsobů řešení omezení tohoto nebezpečí v OKR a navštívených zemích Evropy, se ukázalo, že obdobné podmínky existují ve Velké Británii a především ve Spolkové republice Německo.

S odstupem času se dá konstatovat, že způsoby likvidace důlních děl i metody ochrany povrchu před neřízenými výstupy důlních plynů byly v ČR i v těchto zemích obdobné.

V současné době se se zainteresovanými odborníky v SRN konzultuje problematika:

- aplikace předpisů pro těžbu důlního plynu v praxi,
- provozní zkušenosti se zařízením na využití těženého důlního plynu,
- technická zařízení a bezpečnostní technika provozovaných odsávacích stanic důlního plynu,
- praktické zkušenosti při schvalování těžby důlního plynu.

Zajímavé jsou jejich zkušenosti s testováním vrtů [13], tzn. odsávacími zkouškami na plynových zdrojích. Testování se provádí pomocí čerpadel na bázi vodokružných vývěv z důvodu většího rozpětí sacího tlaku (maximálně až přes -500 mbar). Testování je prováděno manuálně osádkou, tzn. bez dálkového přenosu dat. Doba testování závisí na vývoji plynodajnosti zdroje – v současné době činí 3 měsíce, avšak tato doba by se měla prodloužit až na 6 měsíců. Důvodem je negativní zkušenost z minulosti, kdy v důsledku rychlého poklesu čerpaného objemu plynu nebo jeho kvality bylo nutné neplánovaně stěhovat KGJ na jinou lokalitu. Na některých lokalitách v Německu došlo v průběhu

provozování KGJ k výraznému poklesu koncentrace metanu: např. ze 70 % na 40 % během 4 měsíců. Proto se doporučuje projektovat raději větší dimenze potrubí pro odsávací zařízení, aby v případě poklesu koncentrace metanu bylo dosaženo co nejvyššího výkonu spalovacího motoru čerpáním většího objemu plynu.

Neméně zajímavé je i architektonické řešení kogenerační jednotky instalované ve zvukotěsném proskleném pavilónu, které je zobrazeno na obrázku č.8.



Obrázek č.8 Blumenthal 3/4 – 3 ks KGJ instalované ve zvukotěsném proskleném pavilónu

Rostoucími náklady na provoz a údržbu KGJ byla vynucena úprava důlního plynu před vstupem do odsávacího zařízení, tj. dmýchadel s rotačními písky. Úprava důlního plynu chlazením (sušením) je nezbytná pro snížení relativní vlhkosti plynu pod 70 %, nejlépe však v rozmezí 40 – 60 %. V Německu mají instalovány moduly pro úpravu důlního plynu na cca 30 % lokalit, přičemž tato úprava může představovat pouze chlazení (sušení) plynu bez jeho praní. Zajímavá je informace, že modul s praním a sušením plynu není nasazován automaticky v rámci výstavby kogenerační jednotky, ale až po určité době provozu KGJ - cca po 1 roce, kdy je sledován stav motoru v závislosti na případně proměnlivém složení plynu a režimu jeho práce. Pokud se ve válcích motoru objeví práškovitý povlak bílé barvy, což jsou prachové částice z důlního prostředí nebo červené barvy, tzn. rez, pak je teprve nasazen modul pro úpravu plynu.

6 Ekologické a ekonomické zhodnocení aktivního odsávání důlních plynů z oblastí uzavřených hlubinných dolů

6.1 Ekologické důsledky výstupů důlních plynů na povrch

Mluvíme-li o důlních plynech, ve kterých je v rámci OKR převážně obsažen metan a do jisté míry i oxid uhličitý, je jejich obecné působení při výstupu na povrch na životní prostředí a bezpečnost obyvatel velmi specifické. Jejich zásadní negativní působení můžeme rozdělit na vlivy:

- na občanskou a průmyslovou zástavbu,
- na pedosféru,
- na atmosféru.

6.1.1 Dopad neřízených výstupů důlních plynů na občanskou a průmyslovou zástavbu

Území Ostravska a Karvinska, které je nejvíce postiženo vlivy poddolování je specifické charakterem zástavby. Velká část emisemi metanu postiženého území v této oblasti je osídlena souvislou městskou výstavbou prolínající se s průmyslovou výstavbou od 18. do konce 20. století. Celá oblast je však pokryta velmi rozptýlenou výstavbou označovanou jako historický „slezský typ osídlení“, který je zachován i v rázu osídlení v rámci městských aglomerací. Velmi rozptýlená individuální sídla na velké ploše a lokální průmyslové aglomerace s návaznými podpovrchovými liniovými stavbami, např. kanalizačními řady, kolektory, plynovodní a vodovodní řady, kabelové rozvody apod., představují komplikovanou situaci z hlediska efektivní koncentrované ochrany před průnikem metanu do objektů.

Tyto podzemní stavby tvoří rozsáhlé sítě a jsou nebezpečné především tím, že mohou zprostředkovat transport důlních plynů, pronikajících do jejich volných prostor nebo zásypů, až do suterénů objektů, do nichž jsou zaústěny.

K hromadění plošně samovolně k povrchu vystupujících plynů může docházet i pod překážkami s malou plynopropustností, jako jsou např. plochy se zpevněným povrchem živičnou, betonovou apod. plochou a především stavby. Problém podchycení emisí metanu na povrch je z hlediska bezpečnosti obyvatelstva prioritní.

Volné plošně vystupující důlní plyny na otevřeném nezastavěném povrchu, kdy dochází již těsně nad povrchem na velmi malé koncentrace, nepředstavuje pro bezpečnost obyvatelstva téměř žádné výrazné nebezpečí.

V nebezpečném i ohroženém území podle mapy kategorizace území OKR (viz příloha č.1) musí být tedy věnována pozornost vymezení ploch výstupu důlního plynu a jeho řízenému odvádění a zároveň zajištěna i sanace staveb včetně kontrolního

monitoringu metanu a oxidu uhličitého. Celý problém souvisí se stavební problematikou ochrany objektu před metanem a oxidem uhličitým při zakládání staveb, nebo sanačních, rekonstrukčních, resp. likvidačních prací u stávajících budov.

6.1.2 Vliv emisí důlních plynů na pedosféru

Součástí půdního vzduchu v pórech zeminy s různým stupněm saturace vodou je metan a oxid uhličitý. Koncentrace metanu i oxidu uhličitého v půdním vzduchu je možné změřit. Zdrojem metanu a oxidu uhličitého jsou vedle důlních plynů biochemické procesy dekompozice organické hmoty v zeminách, např. kvartérní rašeliny, slatiny, různé odpady biologického charakteru apod., a metan a oxid uhličitý produkovaný jako metabolický produkt půdních organismů jako jsou např. členovci, mravenci apod. Tento metan, přestože je zčásti na místě ihned oxidován, je součástí atmochemického pozadí dané lokality. Je to labilní plyn, což znamená že je chemicky a biochemicky reaktivní. Oxidace metanu probíhá jak při aerobních podmínkách za přítomnosti volného kyslíku, tak i za anaerobních podmínek v nepřítomnosti volného kyslíku.

V zahraničních materiálech je uváděno, že aerobní oxidace probíhá v nenasycené (nesaturované) půdní zóně vlivem prostupu volného kyslíku z atmosféry do půdy. Současně dochází k anaerobní oxidaci metanu v nasycené (saturované) půdní zóně působením bakteriálních procesů.

Reakce probíhá následovně: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{teplo}$

Metan je tedy oxidován na CO_2 při vývinu tepla a vodní páry. Měřený výstup CO_2 a nárůst teploty v půdním prostředí jsou potvrzením přítomnosti metanu v půdě. Oxid uhličitý ve spojení s vodou vytváří kyselinu uhličitou a způsobuje zvýšenou kyselost půdy a tím i negativně ovlivňuje vegetaci.

Jelikož teplo způsobuje absolutní ztrátu vlhkosti půdy, vznikají na povrchu pukliny z vysychání. CO_2 pak přednostně vystupuje těmito puklinami k povrchu a obchází aktivní mikrobiální zónu, kde probíhá oxidace. V důsledku toho klesá teplota půdy a objevují se koncentrace metanu při povrchu. Při zvětrávání půdy se pukliny z vysychání uzavřou, metan znovu proniká do půdní mikrobiální zóny a cyklus se opakuje.

6.1.3 Vliv průniku důlních plynů do atmosféry

Důlní plyny bohaté na metan a oxid uhličitý kontaminují ovzduší a řadí se mezi tzv. skleníkové plyny. Jaký je podíl biogenního metanu a metanu pocházejícího z karbonu není možné zatím pro OKR stanovit, i když takové pokusy byly provedeny v roce 2001.

Metan i oxid uhličitý jsou plyny, které ohrožují životní prostředí, na globální úrovni. U této ekologické zátěže je velmi závažným faktem skutečnost, že jejich uvolňováním do atmosféry se podílí na reálném nebezpečí globálního oteplování se všemi důsledky. Emise metanu, uvolněného při těžbě uhlí, představují méně než cca 10 % z celkového objemu CH_4 uvolněného lidskou činností. Celkový objem CH_4 v atmosféře narůstá cca

o 1 % za rok jeho nárůst je cca 2 krát vyšší než odhadovaný nárůst CO₂. Útlumem těžby a likvidací uhelných dolů se emise CH₄ poněkud sníží, avšak nelze jim zcela zamezit. Metan je jedním z nejvýznamnějších plynů pro tvorbu tzv. skleníkového efektu. Podílí se asi 15 % na globálním oteplení registrovaném za posledních cca 80 let.

6.2 Stručné ekonomické zhodnocení aktivního odsávání směsi důlních plynů ve městě Orlová

Vybudování aktivního odsávacího systému pro oblast ohroženou výstupy důlních plynů je časově i finančně velmi náročné. Je-li v bezprostředním nebezpečí ohrožení života, zdraví a majetek obyvatelstva je povinností státu najít finanční prostředky pro urychlené vyřešení situace.

Práce na řešení havarijních stavů vyvolaných výstupem metanu byly postupně realizovány na základě dílčích smluv s MŽP ČR jako součást programu zajišťování starých důlních děl. Od zjištění výstupů důlních plynů s nebezpečnými koncentracemi CH₄ ve sportovním areálu TJ Slovan Orlová v dubnu 2001 do konce roku 2002 byly realizovány tyto stěžejní práce:

- realizace základního plošného metanscreeningu,
- vyhledání a definitivní zajištění 8 starých důlních děl v k.ú. Orlová,
- odvrtání 8 odplyňovacích vrtů v oblasti TJ Slovan Orlová, oblasti ulice Komenského a oblasti Starého náměstí,
- realizace kontrolního metanscreeningu po realizaci odplyňovacích vrtů a po zajištění starých důlních děl,
- čtyři odsávací zkoušky včetně jejich vyhodnocení,
- instalace celkem 13 metanoměrných ústředí a 28 snímačů metanu,
- pravidelný monitoring v suterénech stavebních objektů a kanalizačních vpustí v oblasti historického centra Orlové.

Na tento projekt bezprostředně navazoval projekt „Opatření k odstranění havarijních výstupů metanu ve městě Orlová“ (dále „Projekt Orlová“), řešený v období 01/2003 až 10/2005 z prostředků Fondu národního majetku České republiky. Jeho základním cílem byla realizace opatření k odstranění havarijních výstupů metanu ve městě Orlová a vytvoření systému prevence, vedoucího k minimalizaci neřízených výstupů důlních plynů, zajištění ochrany zdraví a majetku před škodlivými vlivy opuštěných starých důlních děl v podzemí předmětné oblasti. Jako aktivní stabilizační prostředky prevence pro zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví a majetku osob před nekontrolovatelnými výstupy důlních plynů byly v rámci „Projektu Orlová“ vybudovány dva lokální aktivní odsávací systémy (AOS 1 a AOS 2). V rámci tohoto projektu byly provedeny tyto hlavní činnosti:

- rozšířený plošný metanscreening na území nebezpečném výstupy důlních plynů,

- průzkum a pasportizace stávající kanalizační sítě,
- realizace 20 odplyňovacích vrtů a na ně navazující OZ a metanscreening,
- odvrtání 2 vrtů v tělesech zásypu starých jam Jáma 3 – Račok a jáma Jiří II a na ně navazující krátkodobé odsávací zkoušky,
- vybudování a zahájení provozu dvou aktivních odsávacích systémů AOS 1 a AOS 2,
- likvidace vrtu MOV 3, v důsledku jeho trvalého zatopení,
- kontrolní plošný metanscreening po realizaci protiplynových opatření,
- instalace celkem 6 metanoměrných ústředen a 17 snímačů metanu,
- pravidelný manuální monitoring výstupů a složení směsi důlních plynů z odplyňovacích vrtů, likvidovaných SDD, v suterénech stavebních objektů a kanalizačních vpustích.

Na „Projekt Orlová“ dále navazoval „Projekt Orlová 2“, tj. „Řešení ověřených výstupů metanu ve městě Orlová“, jež je řešený od 06/2007 do 06/2009 z prostředků Ministerstva financí České republiky. „Projekt Orlová 2“ zajišťuje financování provozních nákladů pro již vybudovaná zařízení (AOS 1 a AOS 2) zajišťující bezpečnost před nekontrolovatelnými výstupy důlních plynů. Současně řeší dokončení cíle „Projektu Orlová“, tj. rekonstrukci čtyř úseků kanalizační sítě a sanaci objektu Drogerie. Projekt dále rozšiřuje realizaci o další opatření na území města Orlová s ověřenými výstupy metanu, mimo území řešené v původním „Projektu Orlová“ o:

- realizaci pěti dalších odplyňovacích vrtů (OV 29a, OV 30, OV 31, OV 32 a OV 33) a na ně navazující odsávací zkoušky a metanscreening,
- realizaci dalších odplyňovacích prvků (odplyňovací rýhy aj.),
- architektonická řešení oplocení odplyňovacích vrtů,
- výstavbu a zahájení provozu aktivního odsávacího systému AOS 3,
- výsledný kontrolní metanscreening po realizaci protiplynových opatření,
- instalaci celkem 3 metanoměrných ústředen a 7 snímačů metanu,
- pravidelný manuální monitoring výstupů a složení směsi důlních plynů z odplyňovacích vrtů, likvidovaných SDD, v suterénech stavebních objektů a kanalizačních vpustích.

Od roku 5/2001 do 3/2009 bylo, na řešení havarijních výstupů důlních plynů ve městě Orlová, celkem vynaloženo ze státního rozpočtu již více než 90 mil. Kč bez DPH. V rámci plnění „Projektu Orlová 2“ se do jeho ukončení, tj. do 06/2009, předpokládá čerpání finančních prostředků ve výši cca 8 mil. Kč bez DPH.

Je třeba si uvědomit, že pro provoz aktivních odsávacích systémů je třeba vynaložit ještě nemalé finanční prostředky potřebné pro zajištění jejich provozu, které jsou přímo

úměrné jejich výkonu. V případě AOS 1 a AOS 2, při současném provozním režimu (viz podkapitola 4.3.3), činí společné roční náklady na provoz cca 300 000,- Kč.

Pořizovací náklady na vybudování aktivního odplyňovacího systému lze výrazně snížit instalací vhodné kogenerační jednotky, ze předpokladu uplatnění všech jejich výstupů, tj. elektrické energie i tepla.

Orientační cena zvoleného odsávacího systému se stanoví obecným výpočtem ekonomických parametrů, nutných pro každého investora, která bude záviset na:

- pořizovacích nákladech,
- provozních nákladech,
- možných výnosech,
- návratnosti vložených prostředků.

Tyto výše uvedené položky bude nutno před zahájením prací na systému odsávání co nejobjektivněji vyčíslit. Totéž samozřejmě platí pro čistě bezpečnostní systémy, kde nelze předpokládat zajištění výroby energie, tzn. budou bez výnosů. U těchto systémů budou vypočteny pouze pořizovací a provozní náklady.

7 Závěr

Ve své diplomové práci jsem v obecné poloze naznačil způsoby řešení problematiky nekontrolovatelných výstupů důlních plynů na povrch v ostravsko-karvinském revíru, včetně řešení problematiky výstupu metanu ve městě Orlová, a to jak z hlediska bezpečnosti, tak i ve vazbě na jeho využití, ekologii a ekonomický přínos, tzn. energetické využití metanu jako netradičního obnovitelného zdroje energie. Problematika využívání důlních plynů je stále velmi aktuální téma, dosud z velké části opomíjené a nepříliš prozkoumané, a to i po více než deseti letech od zahájení útlumu hornictví v naší průmyslové aglomeraci. Předpokládá se, že produkce zbytkových důlních plynů bude aktuální ještě několik desítek let. Je nutno přihlédnout k faktu, že časem dojde k útlumu Karvinské části revíru a že zřejmě dojde k pokračování zatápění dolů. Vznikne tak rozsáhlá plynodajná oblast s velkým energetickým potenciálem, který by bylo škoda nevyužít v duchu moderní doby, tj. trendu využívání obnovitelných zdrojů energie.

Využití důlních plynů znamená využití jejich energetického potenciálu. Důlní plyny jsou v současných podmínkách, prostřednictvím degazačních stanic na činných dolech a odsávacích stanic na lokalitách již uzavřených dolů, dodávány do kogeneračních jednotek, plynárenské sítě či přímo jednotlivým odběratelům. V případech, kdy složení důlních plynů nemá potřebné technické parametry pro energetické využití je tento vypouštěn do ovzduší.

V případě vyhledaných a zajištěných SDD a zejména stávající sítě odvrtných oplyňovacích vrtů vybavených odfukovými komínky není energetický obsah unikajícího důlního plynu využíván vůbec. Přitom zde existuje dostatečný počet SDD a odplyňovacích vrtů, které svými koncentracemi a přijatelným objemem vypouštěného důlního plynu nabízejí jeho využití, tzn. přeměnu v kogenerační jednotce na elektrickou a tepelnou energii s jejich přímým využitím v okolí těchto zdrojů. Tento způsob má i ekologický přínos, tj. omezení volného vypouštění důlních plynů do ovzduší. Toto řešení lze samozřejmě uplatnit s přihlédnutím k ekonomickým a ekologickým aspektům i na již stávajících degazovaných místech.

Zajímavým momentem je možnost prodeje vzniklé elektrické energie do sítě rozvodných závodů, tento způsob využití metanu skýtá mimo jiné i tyto výhody:

- ušetří se zásoby paliva, protože vyvěrající metan je energeticky využit,
- redukuje se kvanta volně vyvěrajícího metanu na povrchu, které mají negativní vliv na životní prostředí.

Je zřejmé, že investice vložené do odsávacích systémů řešící pouze bezpečnostní a ekologické hledisko jsou ekonomicky nerentabilní, ale v lokalitách s ověřenými nekontrolovatelnými výstupy důlních plynů **jsou nezbytné**.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VŠB-Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, Institut hornického inženýrství a bezpečnosti: Studie „Metodika stanovení vytěžitelných zásob plynu z uzavřených dolů“. Ostrava, červen 2007, 274 s.
- [2] Zákon č. 44/1988 Sb., v platném znění, o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon), ze dne 19.4.1988.
- [3] Zákon České národní rady č. 61/1988 Sb., v platném znění, o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, ze dne 21.4.1988.
- [4] Vyhláška Českého báňského úřadu č. 52/1997 Sb., v platném znění, kterou se stanoví požadavky k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při likvidaci hlavních důlních děl, ze dne 25. února 1997.
- [5] Vyhláška Českého báňského úřadu č.239/1998 Sb., v platném znění, o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při těžbě a úpravě ropy a zemního plynu a při vrtných a geofyzikálních pracích a o změně některých předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem, ze dne 30. září 1998. Montanex, Ostrava 1999, 89 s., ISBN 80-7225-021-3
- [6] OKD, DPB, a.s.: Metodický postup „Odsávací zkoušky na odplyňovacích vrtech a způsob jejich vyhodnocování“. Paskov, leden 2007, 18 s.
- [7] OKD, DPB, a.s.: Studie „Bilance výstupů důlních plynů v oblastech s útlumem uhelné těžby a návazná zdravotní a environmentální rizika“. Paskov, leden 2007, 154 s.
- [8] OKD, DPB, a.s.: Vyhodnocení dlouhodobé odsávací zkoušky paralelně napojených odplyňovacích vrtů OV 19a a OV 21. Paskov, leden 2005, 25 s.
- [9] KUBÍČEK VHS, s.r.o.: Firemní prospekt fy KUBÍČEK: Dmýchadla s rotačními písky – systém ROOTS. Velké Losiny, 2003, 20 s.
- [10] SMETANA, R. - INPRO: Projektová dokumentace odsávací stanice Orlová – Staré náměstí. Ostrava, listopad 2003.
- [11] SMETANA, R. - INPRO: Projektová dokumentace odsávací stanice AOS 2 - Orlová. Ostrava, duben 2005.
- [12] TEDOM s.r.o.: Projektová a provozní dokumentace kogenerační jednotky TEDOM Quanto. Třebíč, 2007.
- [13] Green Gas DPB, a.s.: Zpráva ze služební cesty na pozvání partnerské firmy Green Gas Germany, Německo. Paskov, srpen 2007, 13 s.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č.1 Příklad povrchové části odplyňovacího vrtu

Obrázek č.2 Příklad nabídky dmýchadla s rotačními písty

Obrázek č.3 Odsávací zařízení 38B/5

Obrázek č.4 Mimika, zobrazovaná na monitorech plynového dispečinku

Obrázek č.5 Měřicí stanice pro AOS 2

Obrázek č.6 AOS 2 ve staré části města Orlová

Obrázek č.7 KGJ TEDOM řady Quanto D 770 ve staré části města Orlová

Obrázek č.8 Blumenthal 3/4 – 3 ks KGJ instalované ve zvukotěsném proskleném pavilónu

SEZNAM TABULEK

Tabulka č.1 Rozsahy mocností slojí dobývaných pod starou částí města Orlová

Tabulka č.2 Výčet max. koncentrací CH₄ a jejich vzájemné srovnání

Tabulka č.3 Technické parametry dmýchadla v AOS 1

Tabulka č.4 Průměrné provozní parametry AOS 1

Tabulka č.5 Technické parametry dmýchadla v AOS 2

Tabulka č.6 Průměrné provozní parametry AOS 2

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č.1 Mapa kategorizace území OKR z pohledu nebezpečí výstupu důlních plynů na povrch
- Příloha č.2 Výchozí měření koncentrací metanu v půdním vzduchu (metanscreening) v oblasti staré části města Orlová
- Příloha č.3 První kontrolní metanscreening v oblasti staré části města Orlová
- Příloha č.4 Druhý kontrolní metanscreening v oblasti staré části města Orlová
- Příloha č.5 Třetí kontrolní metanscreening v oblasti staré části města Orlová
- Příloha č.6 Čtvrtý kontrolní metanscreening v oblasti staré části města Orlová
- Příloha č.7 Metanscreening na Starém náměstí v Orlové, po zahájení provozu AOS 1
- Příloha č.8 Metanscreening na Starém náměstí v Orlové, v době přerušení provozu AOS 1
- Příloha č.9 Schéma vybavení nadzemní a podzemní části ukončeného odplyňovacího vrtu
- Příloha č.10 Účelová mapa řešeného území města Orlová
- Příloha č.11 Příklad grafického záznamu hodnot měřených v zásahové odsávací stanici při odsávací zkoušce
- Příloha č.12 Příklad ovlivnění likvidovaných SDD a odplyňovacích vrtů konáním dlouhodobé odsávací zkoušky